

محمود علام

محمود علام
الله لا يرمي النرد
دار الميدان للنشر والتوزيع



الله لا يرمي النرد

مقالات علمية



الله لا يرمي النرد

(مقالات علمية بحثية مبسطة)

محمود علام

مراجعة علمية: صفاء حسين العجماوي

مراجعة لغوية وتنسيق: إسلام علي



إهداء واجب

إلى كل من ساعدني وكل من لم يساعدني.. إلى كل من تابعني وكل من لم يتابع.. إلى كل من انتقدني وكل من أثنى عليّ.. إلى كل من بوجوده وجدتُ لدي القدرة للكتابة والتطوير والتحضير.. إلى إخوة العقل، والقلب والدماغ..

أجرؤ على القول بأنني أحفظ أسماءكم وأشكالكم..

إلى كل من وضعني على الطريق الصحيح، وكل من أعطاني عزيمة دفعتني إلى الأمام..

إليكم أنتم..

فلتزأر العاصفة؛ فنحن هنا اليوم بفضلكم جميعا..

محمود علام



تـــقـــديـــم

بقلم: صفاء حسين العجماوي

من أصعب الأشياء على المتخصص أن يقرأ كتابًا لغير المتخصص، فما بالك بأن يراجعه!؟ غير أن (محمود علام) استطاع أن يمتعني بكتاب قيم منعني النوم حتي أتم مراجعته وكتابة هذه السطور عنه. لقد وُفِّق الكاتب في اختيار عنوانه الذي يذكرنا برد أينشتاين على هايزنبرج عندما أطلعه علي نص مبدأ عدم اليقين في النظرية الكمية، وبالتالي فالكتاب كما وضح من العنوان هو مقالات فيزيائية مبسطة للنظرية النسبية والنظرية الكمية. عرج في مقالاته على الميكانيكا الكلاسيكية لنيوتن وبعض أعمال قدام الفيزيائيين. واستمر بشرحه في تناول الجديد في علوم الكونيات وفيزياء الفضاء حتي 2014. يتضح من مقالاته المجهود الشاق الذي بذله في جمع معلوماته و هضمها وكتابتها بشكل مبسط غير مخل، كما يتجلى حبه للفيزياء النظرية. لقد قدم في عشر مقالات ما لم يستطع غيره تقدمته بأسلوب شيق، واستخدامه لتشبيهات من البيئة المحيطة، والأسلوب التصويري الذي يشعرك أنك تشاهد فيلمًا، في محاولات موفقة في إيصال مادته العلمية لمتلق. كما أنه لم يعتمد الأسلوب التلقيني، بل استخدم خيال القارئ وعوامل الجذب، وفتح له باب البحث وأرشده عما يبحث. لو تركت العنان لقلمي لما صمت عن الكلام عن محمود و مقالاته بل و الفيزياء ذاتها -عشقي الأول- ولذلك وجب إنهاء كلمتي وتركك للاستمتاع بهذه المقالات القيمة.

صفاء حسين العجماوي

تمهيدي ماجستير فيزياء نووية - تخصص فيزياء جسيمات دون ذرية.





مـقــدمــة

(الله لا يرمي النرد).

كلما تفكرت في هذه الكلمة، اكتشفت أنها عبقرية بشكل غير عادي.. عبقرية لدرجة أنها تصلح للرد على أي سؤال لا تجد له إجابة.

أي سؤال في أي زمن، وفي أي مكان.

أحيانًا، كثرة الأسئلة التي لا تجد لها إجابة في عقلك يمكنها أن تقودك للإلحاد لو كنت ضعيف النفس أو لا تملك الإيمان الكافي، وهذا ما كاد أن يحدث معي شخصيًا.

عندما قرأت تلك العبارة في وقت ما، أثارت ذهولي بساطتها الواضحة ومعناها المؤثر المبهر.. طبعًا -للمخضرمين منكم- أنتم تعرفون قائل هذه العبارة.. العبقري (ألبرت أينشتاين Albert Einstein).. كان الأمر مجرد تعبير بلاغي منه رد به على فرضيات نظريات ميكانيكا الكم Quantum Mechanics، وبالأخص مبدأ عدم التأكد Uncertainty Principle للعالم (فيرنر هايزنبرج Werner Heisenberg) الذي قال أن سرعة الإلكترون وموقعه حول الذرة غير مؤكدين، ولا يمكن توقعهما معًا، بل يمكن توقع أحدهما فقط دون الآخر. وصحة التوقع والناتج من عدمها محتملة وليست أكيدة؛ لأن كل شيء يخضع للاحتمالات فقط؛ بمعنى أن سرعته أو وجوده أو عدم وجوده محتمل وليس أكيدًا. ومن ثم عمم ذلك على الكون كله.

الله لا يرمي النرد. وبالمثل، لا شيء في الكون خلق عبثًا.. ليس معنى أننا لا نفهم الغرض من وجود الكون وكيفية خلقه أن الكون مخلوق عبثًا.. كلا بالطبع. عقولنا دومًا قاصرة عن فهم كيفية تفكير الإله.. لماذا خلق كل شيء؟ لماذا خلق البشر والكون؟



تلك هي القضية العبثية.. كلما زاد العلم، كلما زادت الأسئلة واكتشفتَ في قرارة نفسك أنه لا جواب هنالك.. الفهم مطلوب ولكنه مستحيل.. كل ما يمكنك فعله هو التأمل.. والتفكير.. وتذكير نفسك دومًا بأن الله لا يرمي النرد، وأن الكون لم يخلق عبثًا.. بل هو موجود لسبب ما.

لا يمكنك أن تنكر وجود الخالق لأنك تعجز عن استيعابه.. الكون لا يبالي بأنك تعجز عن الاستيعاب، وسيظل موجودًا أبد الدهر.. هذه حقيقة واقعة.. قبولها نضج ورفضها حماقة، لكننا -للأسف- نفضل أن نكون حمقى على أن نعترف بأننا مخلوقات دنيا ذات عقل قاصر. ولكن دعونا من هذا الآن.

جدير بالذكر أن هذه المقالات نشرت من قبل إلكترونيًا في بعض المواقع والجروبات، وتمت سرقتها مرارًا، لذلك فدعوني أخبركم من أنا، وعن ماذا نتحدث بالضبط ها هنا.

أنا (محمود علام)، وهذه مقالات (الله لا يرمي النرد).. هذا واضح طبعًا.

ما نحن بصدد الكلام عنه هنا هو علوم الفيزياء الكونية النظرية Theoretical Astrophysics، فلو كنتَ ممن يفهمون هذه الأمور فأنت عبقري، أما لو لم تكن، فهذا الكتاب مناسب تمامًا لك.

هذا صحيح.. سنجيب عن الأسئلة التي دوما ما دارت بذهنك وأنت تنظر إلى السماء في ظلمة الليل.. أو على الأقل سنحاول بقدر الإمكان..

فاتخذوا مجالسكم حولي.. وأعيروني كامل انتباهكم وتركيزكم.. نحن لا نمزح هنا.



قد حان وقت العلم.. فدعونا نبدأ!

IEAΔΦ

(ملاحظة)

تعمدتُ ذكر معظم المصطلحات في هذا الكتاب باللغة الإنجليزية إلى جانب مرادفاتها العربية، والسبب ليس التحذلق، بل هو لتسهيل معرفة النطق الصحيح للكلمات والمصطلحات والأسماء، وذلك لمن كانت هذه أول مرة له يطالع فيها كتابًا علميًا.. أتمنى أن يسهل ذلك البحث عنها في الكتب أو الإنترنت بعد ذلك.

IEAΔΦ





(1)

بـــد ايـــة عصر جـد يـــد

The Beginning of a New Era



تـمـهـيـد

..1665

ما الذي يمكن أن يحدث عندما تسقط على شخص تفاحة؟؟

سيلتقطها ليأكلها طبعًا!

لكن أيزاك نيوتن Issac Newton عندما سقطت عليه التفاحة وهو جالس تحت الشجرة، كان يفكر في شيء يشغله منذ فترة طويلة بشكل جعله لا يلاحظ الوقت إلا عندما أيقظته التفاحة من شروده.

(قصة نيوتن والتفاحة هي قصة خيالية وغير حقيقية، تم ذكرها هنا كنوع من التشويق المبسط)

غيّر ذلك الرجل وقتها نظرتنا إلى الكون تمامًا، عندما قال أن القوتين: التي تجعل التفاحة تسقط على الأرض، والتي تجعل الأرض تدور حول الشمس، هما في الواقع نفس القوة.. الجاذبية.

كان ذلك في وقتها بمثابة أول نظرية توحيد Unification في تاريخ الفيزياء، كما قال عنه العالم (ستيفن وينبرج Steven Weinberg) بعدها:

«كان توحيد القوى، التي تعمل على الأرض والتي تعمل في السماء، توحيدًا رائعًا لنظرتنا إلى الكون»

المدهش في قوانين الجاذبية التي وضعها نيوتن، أنها حتى الآن ما زالت تعطي نتائج غاية في الدقة كلما استخدمناها. مثلًا علماء وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا .N.A.S.A) لم يحتاجوا لأكثر منها حتى يطلقوا مكوكاتهم للفضاء، ويضعوا أول رجل (نيل أرمسترونج Neil Armstrong) على القمر.



لكن كانت هناك مشكلة.. مشكلة عويصة برغم أن السؤال الذي يعبر عنها هو سؤال شديد البساطة.

كيف تعمل الجاذبية Gravity؟؟

المشكلة كانت أن نيوتن -وبرغم أنه وضع قوانين الجاذبية شديدة الدقة التي نستعملها حتى اليوم- لم يكن يعرف كيف تعمل الجاذبية بالضبط، وما هو الـ(ميكانيزم Mechanism) أو الآلية الخاصة بها.

كان الأمر يعد أكبر لغز في تاريخ الفيزياء، حتى وقت قريب جاء فيه العبقري (ألبرت أينشتاين Albert Einstein) وغيّر تاريخ الفيزياء ونظرتنا ذاتها إلى الكون تمامًا.

كيف؟؟

هذا هو موضوعنا الأول..

IEAΔΦ



-1-

عن العبقري والجاذبية والجمباز وأشياء أخرى

«سرعة الضوء هي أقصى سرعة في الكون، ولا يوجد أي شيء يمكن أن يتخطاها»

تخيلوا موقف علماء الفيزياء في العالم عندما تخرج تلك العبارة من موظف مجهول يعمل في مكتب سويسري.

بالتأكيد لن يكون ذلك موقفًا ظريفًا جدًا بالنسبة لقائلها؛ فالمجتمع العلمي لا يرحم المدعين، ولذلك كان من اللازم أن يثبت ألبرت أينشتاين كلامه؛ خصوصًا أن كلامه وضعه في موقف حرج جدًا أمام العلماء، وذلك بسبب معنى كلامه ذاته؛ فطبقًا لذلك الافتراض، كان السؤال هو: (بما أن سرعة الضوء أقصى سرعة في الكون، إذا كيف تعمل الجاذبية بذلك الشكل الفوري!؟).. نفس سؤال نيوتن والمشكلة التي حيرت كثيرا من العلماء وقتها.

دعوني أشرح لكم المشكلة بالضبط..

افترضوا معي -من منظور علمي وافتراضي بحت- أن الشمس اختفت من مكانها.

ما الذي سيحدث عندها؟؟ طبعا وفقا لقوانين نيوتن ما سيحدث هو أن الكواكب ستخرج عن مساراتها حول الشمس فورًا؛ لأنه -نيوتن- افترض أن الجاذبية قوة تأثيرها فوري مهما اختلفت المسافات، ولذلك فنحن

-طبقًا لتصورات نيوتن أيضًا- سنشعر على الأرض هنا باختفاء



الشمس بشكل فوري فور حدوث شيء كهذا.

لكن طبعًا كما قلنا، أينشتاين كان يجد مشكلة كبيرة في ذلك التصور. لماذا؟؟

بالنسبة له -أينشتاين وليس نيوتن- وبالنسبة لمعادلاته، فإن الضوء لا ينتقل بشكل فوري، بل له سرعة (229792458 متر/ثانية)، وطبعًا بحسبة رياضية بسيطة نجد أن الضوء سيستغرق حوالي 8 دقائق حتى يقطع مسافة 93 مليون ميل، والتي هي المسافة بين الأرض والشمس، حتى يصل إلينا.. كل ذلك جميل.

كيف يمكن أن نتحرر من جاذبية الشمس -بفرض أنها اختفت كما قلنا- بشكل فوري ونطير في الفضاء بعيدًا عنها، قبل حتى أن نشعر بالظلمة الناتجة عن اختفاء الشمس؟!! ذلك شيء غير منطقي.

كما قلنا من قبل، بالنسبة لمعادلات أينشتاين، لا يوجد شيء في الكون يمكن أن يتحرك أسرع من الضوء، سواء كان شيئًا ماديًا أو طاقة.. وبالتالي يعني ذلك طبعًا أن نيوتن كان مخطئًا في تصوراته عن الجاذبية!

بذلك، وضع هو نفسه في موقف لا يحسد عليه؛ لأنه لو كان محقًا في كلامه، إذًا كيف تعطي كل معادلات نيوتن وقوانينه نتائج وحسابات وتصورات غاية في الدقة للكواكب ومساراتها حول الشمس!؟؟ كيف نستخدمها نحن أنفسنا حتى الآن بدون أي أخطاء إطلاقًا!؟؟

كان لزامًا على أينشتاين أن يحل أول مشكلة واجهته في حياته العلمية
-دعك من كونها مشكلة الفيزياء الكبرى حتى وقتها- حتى يثبت صحة كلامه.. وفعلًا وصل إلى حل اللغز بعد عشرة سنين من التعب



والتفكير والكتابة وأكواب القهوة.

كيف؟؟

دعوني أخبركم..

IEAΔΦ

دعوني أسألكم سؤالًا.. ممّ يتكون كل شيء، بما فيه الكون ذاته؟؟

بالضبط.. طول وعرض وارتفاع.

بدأ أينشتاين شرحه بأن وضع بعدًا رابعًا وأضافه للثلاثة الأوائل، وهو الزمن.. ثم سمى كل ذلك (النسيج الكوني أو الزمكان Spacetime).

ومن فهمه لهندسة الزمان والمكان -أو الزمكان كما سماه- قال كلامًا غريباً شديد التعقيد يستعصي فهمه بسهولة.

دعوني أشرح لكم النظرية بشكل غاية في البساطة..

تخيلوا معي أن الكون عبارة عن سطح مطاطي مثل ذلك الذي يقفز عليه البهلوانات ولاعبو الجمباز -يسمونه الترامبولين Trampoline- ولنطلق عليه اسم (النسيج الكوني).

جميل! تعالوا بعدها نمسك بكرة معدنية كبيرة، ثم نضعها في وسط ذلك السطح، ونسميها -جدلًا- الشمس.

طبعًا سنجد أن السطح هبط وتقعر للأسفل تحت تأثير ثقل الكرة المعدنية.. جميل.

دعونا بعدها نحضر كرات معدنية أخرى صغيرة هذه المرة، ونحاول أن ندفعها لتمشي على ذلك السطح بصورة مستمرة بشكل لانهائي.. طبعًا سنجدها تنحدر في مسارها بشكل دائري وتدور حول الكرة



الكبيرة التي هي الشمس، وذلك بسبب المنحنيات التي صنعتها الكرة الكبيرة في السطح المطاطي.

الكون في تكوينه يشبه ذلك السطح بالضبط، مع اختلاف الخصائص والحجم والأبعاد الزمنية والطولية ذاتها. يمكن أن يلتف وينحني ويتقعر لو وضعت فيه أجسام ضخمة مثل الكواكب والنجوم. فبالتالي يفرض ذلك على الأجسام الصغيرة -بسبب طاقتها- الدوران حول الأجسام الكبيرة بسبب المنحنيات التي صنعتها الأجسام الكبيرة في النسيج الكوني، وذلك ما يخلق ما نشعر نحن بأنه مدار Orbit.

بمعنى أن النسيج الكوني المنحني المتقعر بسبب كتلة وكثافة الشمس هو الذي يفرض على كوكب الأرض مثلًا أن يدور حول الشمس في تلك المنحنيات، وبالتالي يصبح شكلها كأنها مجذوبة بقوة أو طاقة للشمس.

بعبارة أخرى، الكواكب لا تدور حول الشمس لأن هناك قوة تخرج منها لتجذب الكواكب إليها؛ بل لأنه -بمنتهي البساطة- كتلة وكثافة الشمس تجبر الكواكب والأقمار على الدوران في منحنيات النسيج الكوني الناتجة عن تلك الكثافة.

فبالتالي لو أننا قمنا بتجربة ذلك المفهوم الجديد للجاذبية، سنجد أننا لن نشعر باختفاء الشمس -لو اختفت طبعًا فنحن نفترض هنا- مباشرة، بل ستصلنا الأخبار في شكل موجة بعد 8 دقائق تقريباً من اختفائها. حسب أينشتاين سرعة تلك الموجة فوجدها نفس سرعة الضوء بالضبط!

شرح عبقري لا يمكن أن يخرج إلا من عقل فوق الطبيعي بالفعل.



طبعًا، سمّى العبقري أينشتاين تلك النظرية العبقرية (النسبية العامة General Relativity)، وكانت تلك النظرية هي التي جعلت عيون المجتمع العلمي كله مترکزة عليه، وأهلته بعد ذلك إلى الفوز بجائزة نوبل في الفيزياء سنة 1921 عن ورقة قدمها عن شيء مختلف تمامًا، وهو التأثير الكهروضوئي، وذلك ضمن ثلاثمائة ورقة بحثية له.

لكن في الواقع وحتى بعد كل ذلك العمل والمجهود، لم يكن راضيًا عن ما قدمه للفيزياء بعد.. كان يحلم بأن يوحد بين نظريته وبين قوة أو طاقة جديدة أُكتُشفت حديثا في ذلك الوقت، وهي الطاقة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Energy.

كان يؤمن حد اليقين أنه -لو تمكن من فعل ذلك- فإنه سيتمكن من ابتكار نظرية واحدة تصف كل شيء يحدث في الكون بذاتها وحدها.. نظرية يمكنها وصف ما حدث بالضبط عند نشأة الكون.

طبعًا كما تعرفون، لم يكن هذا بالسهولة التي توقعها..

كيف؟؟

هذا هو ما ستعرفونه حالًا..

ΙΕΑΔΦ



-2-

عن ماكسويل والذرة والحوائط وأشياء أخرى

قبل حوالي خمسين سنة من زمن أينشتاين، لاحظ عالم إسكتلندي يدعى (جيمس ماكسويل James Maxwell) شيئًا غريبًا للغاية.

لاحظ أنه عند مرور تيار كهربي في معدن ما، فإن ذلك يكسب المعدن خواصًا مغناطيسية وإستاتيكية، ويجعله يؤثر في المعادن الأخرى التي حوله.

ومن خلال أربع معادلات رياضية استطاع أن يوحد بين القوتين الكهربائية والمغناطيسية ليتوصل إلى مفهوم جديد، وهو الطاقة الكهرومغناطيسية. كانت خطوة تماثل في عظمتها خطوة نيوتن عند اكتشافه لقوانين الجاذبية، ونقلة جديدة في معادلات التوحيد Unification التي تحدثنا عنها من قبل.

أينشتاين كان شديد الإعجاب بالاثنين، وكان يؤمن أن ما فعله هذان الاثنان هو خطوة مهمة جدًا في طريق المعادلة الأم التي يمكنها أن توحد نظرتنا للكون.. وبعد خمسين سنة من ذلك الوقت، كان أينشتاين كما قلنا يحاول أن يوحد بين نظريته وبين تلك القوة حتى يمكنه التوصل إلى تلك المعادلة الموحدة.

ولكن عندها قابلته مشكلة عويصة.

ΙΕΑΔΦ



عندما بدأ أينشتاين محاولاته لتوحيد الفكرتين، واجهته مشكلة معقدة جدًا.

الفرق بين قوة وشدة القوة الكهرومغناطيسية والجاذبية.

القوة الكهرومغناطيسية أقوى بملايين المرات من الجاذبية.. مثلًا نحن نقدر كل يوم -باستخدام عضلات أجسامنا فقط- أن نتغلب على الجاذبية؛ كرفع جسم أيًا كان عن الأرض على سبيل المثال. لكن لا يمكننا التغلب على القوة الكهرومغناطيسية بمثل تلك السهولة.

على سبيل المثال، تلك القوة هي اللي تمنع أجسادنا من اختراق الأرض ونحن واقفين عليها أو لو سقطنا من أي ارتفاع مثلًا. مثال آخر هو أنك
-مهما حاولت- لا تقدر على أن تخترق حائطًا مثلًا أثناء سيرك، لأنه ببساطة القوة التي تمنعك من ذلك هي القوة الكهرومغناطيسة الموجودة في الشحنة السالبة على محيط الذرات التي تجمع بين جزيئات المادة وتربطها ببعضها بشكل متماسك.

بعبارة أخرى: هي القوة التي تحفظ صلابة الأجسام وتماسك الذرات.

الحقيقة أننا نعتقد أن الجاذبية هي قوة كبيرة برغم أنها أضعف قوة في الطبيعة؛ مثلًا الكرة الأرضية بكل حجمها وكثافتها وجاذبيتها عندما تقوم بجذب كرة قدم صغيرة لها، فإنها سترتطم بالأرض وترتد مرة أخرى، ولن تعبر منها؛ وذلك بسبب القوة الكهرومغناطيسية التي تحفظ تماسك المادة. في الواقع القوة الكهرومغناطيسية أقوى بمليارات المرات من الجاذبية، لكننا لا نشعر بذلك؛ لأنها تعمل على مستوى الذرات والجزيئات، لذلك فقد كانت تلك أصعب مهمات أينشتاين بسبب -كما قلنا- الفرق العظيم في شدة القوتين.

تعقدت الأمور أكثر عندما ظهرت اكتشافات علمية فيزيائية جديدة



على المستوى الذري جعلت أينشتاين عاجزًا عن مجاراة التطور العلمي وقتها؛ لأنه كان متمسكًا بشدة بنظريته النسبية -التي قدمت لنا الكثير فعلًا- وأهمل الاكتشافات التي ظهرت وقتها على المستوى الذري، وأدى به ذلك إلى الفشل في محاولاته لتوحيد القوتين.

وماذا حدث بعدها؟؟

جاء (نيلز بور Niels Bohr) و(شرودنجر Schrodinger) و(هايزنبرج Heisenberg) و(ديراك Dirac) وغيرهم الكثيرون طبعًا.

IEAΔΦ

في أواخر عشرينيات القرن المنصرم، جاء مجموعة من العلماء بقيادة (نيلز بور Niels Bohr) و(هايزنبرج Heisenberg)، وقدموا نظرية غريبة وعجيبة للفيزياء جعلتهم يختطفون الأضواء من أينشتاين ذاته.

تلك النظرية كانت نوعًا من الخيال العلمي وقتها، ويمكننا القول أنها قلبت الفيزياء (رأسًا على عقب) كما يقولون.

ولماذا؟؟

هؤلاء المخابيل (كما وصفهم علماء عصرهم في البداية) كانوا يعتقدون أن الذرة ليست هي أصغر جزء في المادة كما كان يعتقد الجميع وقتها!

كانوا يرون أن الذرة تتكون من أجزاء أصغر سموها (البروتونات Protons) و(النيوترونات Neutrons)، تدور حولها أجزاء أصغر اسمها (الإلكترونات Electrons).

وفي ذلك العالم المتناهي الصغر، طبعًا كانت معادلات ماكسويل وأينشتاين عديمة الجدوى في وصف ما يحدث على المستوى الذري،



وشرح السلوك الغريب لتلك الجزيئات المتناهية الصغر؛ حيث أن الجاذبية ليست لها قيمة على المستوى الذري، وفي نفس الوقت، الكهرومغناطيسية -التي كانوا يعرفون أنها المسؤولة عن ربط الذرات ببعضها- لم تفلح إطلاقًا في وصف ما يحدث بداخل الذرات نفسها.

تعقدت الأمور أكثر وتداخلت، ولم يكونوا قادرين على فهم أو استيعاب ما يحدث على مستوى مكونات الذرة، حتى توصل رياضياً العبقريان (هايزنبرج Heisenberg) و(شرودنجر Schrodinger) بمساعدة بعض العلماء الآخرين إلى النظرية الأسطورية.. النظرية التي غيرت نظرتنا الجديدة للكون تماماً.

ميكانيكا الكم Quantum Mechanics!

IEAΔΦ

طبعًا كما قلنا من قبل، النسبية كانت تؤكد أن الكون بكل ما يحدث فيه منظم جدًا، وأحداثه منظمة يمكن توقعها بسهولة.

جاءت ميكانيكا الكم لتنسف ذلك نسفًا!

كيف؟

لأن ميكانيكا الكم تقول أن العالم -على المستوى الذري- عالمٌ من الاحتمالات، لا توجد فيه أحداث منظمة أو معروفة، عالم الكلمة العليا فيه هي (اللاتأكيد Uncertainty)، ولذلك فإن ميكانيكا الكم تقدر على توقع الاحتمالات فقط لنتيجة ما أو أخرى.

طبعًا فتحت تلك الفكرة الباب أمامنا على صورة جديدة لعالم غير مستقر ولا يمكن توقع أحداثه.. عالم لو أمكننا رؤيته بأعيننا المجردة لأصبنا بالجنون.



القوانين في العالم الكمي أو الكوانتي (Quantum Realm) مختلفة تمامًا عن القوانين الفيزيائية التي نعرفها.. مثلا لا وجود لما نسميه بـ(الاتجاهات).. لا يوجد أعلى ولا أسفل ولا يسار ولا يمين.. عالم مجنون ببساطة.. السائد فيه هو الاحتمالية عوضًا عن الحتمية، بمعنى أن حدوث أي حدث فيه محكوم باحتمال معين وليس أكيدًا.. بل
-والأدهى- عدم حدوث حدث معين لا يعني أنه لم يحدث فعلًا، بل يمكن أن يكون قد حدث بالفعل في عالم مختلف عن ما نراه في تلك اللحظة بأعيننا!

باختصار، كل شيء محتمل في ميكانيكا الكم ولا يوجد أي شيء مؤكد.

دعوني أقدم لكم مثالًا غريبًا ولكنه محتمل حسب معطيات النظرية.

الحسابات الرياضية لميكانيكا الكم تُظهر أن ذرات جسدك لديها فرصة أن تعبر من المسام الذرية لجسم صلب -حائط مثلًا- بمجرد أن تصطدم به أو تدفعه، لكن احتمال حدوث ذلك هو احتمال صغير جدًا لدرجة فلكية تعادل اللانهاية، بمعنى أنك لو عكفت على محاولة دفع حائط بجسدك لمدة زمنية تعادل اللانهاية، فإنك في الواقع يمكن أن تعبره إلى الناحية الأخرى!

رأي طبعا سينال إعجاب أي سلحفاة تنطح حجرًا بشدة!

أما على المستوى الذري، وفي ذلك العالم الصغير الذي تكلمنا عنه، تلك الاحتمالات تحدث بشكل أكبر بكثير.

قاوم أينشتاين تلك الفكرة جدًا، ولم يقتنع أن ذلك العالم أقصى إجابة يمكن أن نتوصل لها فيه هي احتمال وليست نتيجة مؤكدة، بل والأدهى -حسب مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج- أنه يقدر على التوصل لنتيجة واحدة فقط من النتيجتين، إما سرعة الإلكترون مثلًا أو موقعه



حول الذرة، ولا يمكنه التوصل إلى النتيجتين معًا. وحتى النتيجة المتوصل إليها هي نتيجة غير مؤكدة تمامًا، بل هي احتمال، وقال وقتها كلمته الشهيرة التي هي عنوان الكتاب «الله لا يرمي النرد God Doesn't Play Dice»، وهو ما جعل هايزنبرج يرد عليه قائلًا:

«Stop Telling God What He Should Do!»

بمعنى (توقف عن إخبار الرب بما يجب عليه أن يفعله!).

وفعلا أظهرت كل الحسابات والاختبارات التي أجريت بعد ذلك أن أينشتاين كان مخطئًا؛ لأن ميكانيكا الكم نجحت -بدقة مذهلة- في وصف العالم على المستوى الذري؛ بمعنى أنه إذا أراد أي شخص أن يفهم ما يحدث على المستوى الذري، فإنه -حتمًا- سيحتاج إلى ميكانيكا الكم. ولم تثبت أي مشاهدة أو تجربة أو ملاحظة علمية خطأ أي توقع قدمته ميكانيكا الكم.

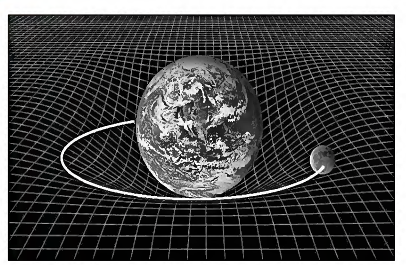
لكن هذا لم يكن كل شيء؛ ما زالت هناك الكثير من الأشياء التي قدمتها ميكانيكا الكم لتغير نظرتنا للكون بشكل أكبر، لكن تلك سنعرفها في المقال القادم بإذن الله.

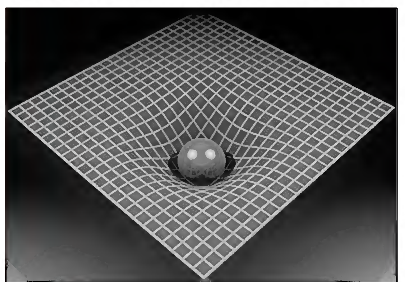
لو أصابك الأمر بالصداع، فانهض وأعد لنفسك كوبًا من الشاي أو القهوة الساخنة.. عقلك يستحق راحة قصيرة.. لكن عد بسرعة ولا تكن كسولًا.

فما زال هناك الكثير!

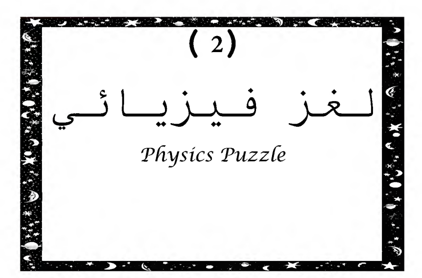
ΙΕΑΔΦ


ساحر الكتب






ساحر
الكتب



(2)

لــغــز فــيــزيــا ئــي

Physics Puzzle



تـمـهـيـد

كما قلنا من قبل.. في الوقت الذي كان أينشتاين فيه غارقًا في مشاكله الخاصة مع نظريته النسبية، ومحاولاته المستميتة لدمجها مع الطاقة الكهرومغناطيسية وميكانيكا الكم، كانت الأخيرة على الصعيد الآخر تقدم كشوفات وفتوحات جديدة في عالم الفيزياء لم يتوقعها أحد، ولم يتخيلها شخص من قبل.

كشوفات فتحت الباب أمام التقدم العلمي في القرن العشرين بلا مبالغة.

ما هي الكشوفات؟؟

دعوني أخبركم..

IEAΔΦ



-1-

فـتـوحـات وثـقـوب سـوداء ومـا إلــى ذلـك

في أواخر الثلاثينيات، كان أينشتاين منشغلًا بالنسبية، وكان عمله كله مركزًا على محاولة تطويرها ودمجها مع ميكانيكا الكم؛ وعلى الناحية الأخرى كانت الأخيرة تقدم لنا كشوفًا أخرى مذهلة.

حتى تلك اللحظة كان العلماء يعتقدون أن القوى التي تحكم الذرة والكون هي الجاذبية والكهرومغناطيسية فقط.. الجديد هنا أنه -بناءً على حسابات ميكانيكا الكم- توجد قوتان إضافيتان!

التفاعل النووي القوى (Strong Nuclear Interaction)، والتفاعل النووي الضعيف (Weak Nuclear Interaction).

التفاعل النووي الضعيف (يعرف أيضًا باسم القوة النووية الضعيفة Nuclear Weak Force) هو القوة التي تسمح بتحول النيوترونات المتعادلة الشحنة إلى البروتونات الموجبة الشحنة، وينتج عن ذلك (الإشعاع الذري Nuclear Radiation) الناتج عن (التحلل الإشعاعي Radioactive Decay).

أما التفاعل النووي القوي (يسمى أيضا بالقوة النووية الكبيرة Nuclear Strong Force) فهو القوة المسؤولة عن ترابط مكونات الذرة نفسها مع بعضها.. للتبسيط يمكن أن نتخيلها كالغراء الذي يجعل النيوترونات والبروتونات ملتصقة ببعضها داخل الذرة لتدور حولها الإلكترونات.



القوة النووية الكبيرة من أهم تطبيقاتها القنبلة النووية المستخدمة في الحرب العالمية الثانية؛ فأبحاث العالم البريطاني إرنست راذرفورد (Ernest Rutherford) على تلك القوة جعلت الفكرة ممكنة؛ فالقنبلة النووية التي تم إنتاجها بعد ذلك تقوم فكرة عملها أصلًا على تحرير تلك القوة، وشطر الذرة وكسر الترابط بين مكوناتها، فبالتالي ينتج عن ذلك تلك القوة المهولة التي نراها في مشاهد الإنفجارات النووية التي نعرفها جميعًا.

على أي حال كفانا كلامًا عن القنابل النووية، ولنعد لموضوعنا قبل أن يرسلنا الـCIA جميعا لجوانتانامو.

المهم في كل ذلك هو أن الجاذبية ليست لها قيمة بداخل الذرة كما قلنا، بمعنى أنها موجودة وتعمل في العالم العادي المرئي وليس الذري.

يعني ذلك أن الجاذبية في نسبية أينشتاين يمكنها وصف الكون المادي على مستوى الكواكب والمجرات بكفاءة، لكن عندما تستخدمها في تفسير الذرات والروابط بينها فإنها لا تعمل على الإطلاق.

بنفس الطريقة، ميكانيكا الكم تصف العالم المادي على مستوى الذرات والجزيئات، لكن على مستوى الأجرام والأجسام الكبيرة فإنها تعطي نتائج خاطئة تمامًا.

تلك هي المسألة.. لابد من نظرية تجمع بين الاثنين؛ لأن الأجسام الكبيرة والكواكب تتكون من نفس المادة التي تتكون منها الجزيئات، والكون كله يتكون من نفس الذرات.

ذلك هو لغز الفيزياء الحديثة.. لا أحد يعرف كيف يمكن أن يدمج بين النسبية وميكانيكا الكم!



الدمج بينهما كان مستحيلًا بكل المقاييس لدرجة جعلت العلماء يصابون بالإحباط؛ لأن القاعدة العامة للفيزياء تنص على أن قوانين الطبيعة الصحيحة يجب عليها أن تطبق في كل مكان وعلى أي شيء موجود في الطبيعة، وذلك الذي استحال تحقيقه بين النسبية وميكانيكا الكم.

ظل العلماء بعدها يستعملون النظريتين بشكل منفصل، وحققوا كشوفات ونتائج مذهلة في دراسة الكون، وساهم ذلك بشكل أساسي في التقدم الذي وصلته البشرية حتى الآن.. ولكن المشكلة كانت في الظواهر التي لا يمكن تفسيرها باستخدام نظرية واحدة من بين الاثنتين، بل هي تحتاج إلى نظرية واحدة ذات قانون أو معادلة موحدة يمكنها الدمج بين الاثنتين.

مثل أعماق الثقوب السوداء على سبيل المثال!

IEAΔΦ

..1916

الحرب العالمية الأولى..

وهو على الجبهة في الحرب العالمية الأولى، قدم عالم الفلك الألماني (كارل شفارتزشايلد Carl Schwarzschild) فكرة الثقوب السوداء بعدما حل معادلات أينشتاين بطريقة جديدة وغريبة بعض الشيء.

هل تعرفون النجوم؟؟ جميل.. جميعنا نعرف أن النجوم عند تكونها تبدأ في التضخم، لكن هل هذا التضخم والكبر يستمر للأبد؟؟ كلا بالطبع.



النجوم تستمر في التضخم وهي تستهلك الوقود الهيدروجيني في مركزها، حتى ينتهي ذلك الوقود، فتبدأ في استهلاك عناصر أثقل كالكربون مثلًا، حتى تصل لما يسمى بـ(الكتلة الحرجة Critical Mass)، يعني ذلك أن جاذبية النجم أصبحت أكبر من قدرته على التوازن والاحتمال، وبشكل تدريجي يؤدي ذلك إلى أن ينهار النجم على نفسه جاذبًا نفسه للداخل وليس الخارج، فبالتالي كثافة وكتلة النجم الهائلة تلك تتركز كلها في نقطة تفرد (Singularity) صغيرة جدًا، جاذبيتها بلغت من القوة والشدة درجة أن شيئًا لا يمكنه الإفلات منها حرفيا، حتى الضوء! ومن هنا جاء مصطلح (الثقوب السوداء Black Holes).

لأن تلك الكتلة والكثافة الرهيبة المتركزة في نقطة واحدة بلغت قوتها شدة جعلتها تحني، وتشوه النسيج الكوني بشكل لانهائي -هل تذكرون النسبية؟- لدرجة لا تسمح لأي شيء أن يفلت من تلك الجاذبية، حتى الزمن نفسه يتباطأ في محيط (يسمونه أفق) الثقب الأسود، حتى يتوقف تمامًا!

نظرية غريبة فعلًا، وكانت شبيهة بالخيال العلمي وقتها.. لا تنسوا أن شفارتزشايلد قدم النظرية سنة 1916.

طبعًا كان علماء الفلك وقتها يظنون أنها مجرد نظرية غريبة مفرطة في الخيال، حتى رصدت التليسكوبات الثقوب السوداء فعلًا، وتحقق التوقع والاستنتاج الرياضي لشفارتزشايلد! ومن هنا جاءت المشكلة.

لو أننا الآن أردنا البدء في دراسة أعماق الثقوب السوداء -بالمناسبة ذلك هو أكبر ألغاز الفيزياء الحديثة الذي سنتكلم عنه في مقال قادم تحت اسم (أفق الحدث)- فأي نظرية سنستخدم؟؟ النسبية لأن كتلة



وكثافة الثقب الأسود أكبر من كثافة النجوم؟؟ أم ميكانيكا الكم لأن الثقب الأسود أصغر من الذرة؟؟ هل ترون المشكلة؟؟

لابد من وجود قانون ونظرية واحدة موحدة تدمج بين الاثنين حتى يمكننا وصف ودراسة شيء كهذا.

وحتى نصف الانفجار الكبير أيضًا!

IEAΔΦ



-2-

تـضـارب رؤى

كما قلنا، أكبر مشكلة تواجه العلماء وتجعلهم يقفون حائرين عند محاولة تفسير كيف بدأ الكون، وكيف حدث الانفجار الكبير، هي تضارب النظريات التي يعملون بها.

فلدينا في ناحية (النسبية) الدقيقة جدًا على مستوى الكون المرئي والكواكب والأجرام السماوية، وعلى الناحية الأخرى لدينا (ميكانيكا الكم) التي تعطي حسابات مذهلة الدقة على مستوى الكون الذري.. ولكن أحدًا لا يمكنه الدمج بينهما!

في لحظة الانفجار الكبير تواجدت مادة صغيرة جدًا بحجم الذرة أو أصغر، حدث بداخلها اختلال وانشطرت وانفجرت كمثل انفجار القنابل النووية مثلا، وانتقل فجأة الكون من الأبعاد الدقيقة إلى الأبعاد العملاقة؛ حيث أنه في خلال الأربعة عشر مليارًا من السنين التي تلت ذلك، بدأت المادة الأولية تتمدد وتبرد وتُشكل الكون الذي نعرفه الآن، بمجراته وكواكبه ونجومه. سنشرح نظرية الانفجار الكبير في مقال قادم بإذن الله بالتفصيل.

لكن فكروا معي وتخيلوا لحظة أننا عدنا بالزمن للوراء، وتابعنا العودة باستمرار.. سنجد أن الكون حجمه يصغر ويصغر حتى تبدأ حرارته في الارتفاع، وكثافته في الزيادة بشكل رهيب، حتى يعود للحجم المضغوط لانهائي الصغر والكثافة الذي بدأ عنده الزمن.. بدأ عنده كل شيء!

في شكلها الحالي، تلك القوانين لا تصلح لوصف شيء كهذا؛ لأنها ببساطة ناقصة.



تعالوا نفهم لماذا لا تتفق نظرية النسبية مع ميكانيكا الكم.

كما قلنا من قبل، الجاذبية على مستوى الكون هي التفافات وانحناءات النسيج الكوني على نفسه بطريقة تغير شكل النسيج الكوني نفسه، أو ما يسمونه بـ(الزمكان Spacetime).

لكن شكل الكون الحتمي الذي نعرفه جميعًا على مستوى الأجرام السماوية يختلف عن شكله على المستوى الصغير جدًا الممعن في التفاصيل، بمعنى أننا لو استخدمنا ميكانيكا الكم في تفسير الكون المرئي فإنها ستعطي نتائج مختلفة و مغايرة للواقع تغير الكون تمامًا في نظرنا، كأننا نتكلم عن كونين مختلفين تمامًا.

العالم الذري أو الكون بمقاييس ميكانيكا الكم يقول أن الكون فوضوي بشكل كبير -عكس النظام الواضح الذي نراه في حركة الكون- وغير منتظم بأي مقياس؛ بمعنى أنه عالم مضطرب لدرجة أنه لا معنى فيه للزمن ولا الاتجاهات ولا مفاهيمنا عنهم.. الزمان والمكان (أو الزمكان) مشوه بدرجة لانهائية تستحيل معها معرفة ما إذا كان حدث معين قد وقع قبل حدث آخر أو بعده؛ لأنه لا معنى للزمن ذاته، ولا حتى الاتجاهات.

(الزمكان Spacetime) لأي حدث غير محدد، بل هو محتمل فقط، ولا يمكن توقعه بشكل مؤكد.

قرون عديدة مرت بعدها، والعلماء يعتقدون أن المادة تتكون من أجزاء كروية صغيرة جدًا في حجمها تدعى (الجزيئات Molecules)، وتلك الأجزاء تتكون من أجزاء أخرى أصغر في حجمها (الذرات Atoms)، والتي تتكون بدورها من أجزاء أصغر (البروتونات Protons والنيوترونات Neutrons)، تدور حولها (الإلكترونات Electrons).



لكن هل سألت نفسك يومًا ما هو الأصغر من كل هؤلاء؟؟ ما المكون الذي تتكون منه كل تلك الأجزاء؟؟

هنا جاءت واحدة من أعظم النظريات في تاريخ الفيزياء الكلاسيكية والحديثة.. النظرية التي - بسبب تعقيدها - لم يستطع أحد من العلماء أن يثبتها عمليًا حتى وقتنا هذا، ولا نظريًا حتى وقت قريب جدًا.

النظرية التي لو صحت عمليًا فعلًا كما هي صحيحة رياضيًا ونظريًا، ستمكننا من فهم كيف بدأ الكون والخلق، وستفسر لنا كل شيء في الكون حرفيًا.

تلك النظرية لها العديد من الأسماء، واحد منها هو (نظرية الأوتار الفائقة Super String Theory)، أو (النظرية M).. ولكن الاسم الأكثر شهرة هو (نظرية الكل The Theory of Everything).

سنفهم عنها كل شيء في المقال القادم، ولكن دع عقلك يستريح قليلًا قبل أن تقلب الصفحة.

فالتركيز هو اسم اللعبة!

IEAΔΦ









(3)

الأوتار الفائقة

Super Strings



تـمـهـيـد

مشكلة علوم الفيزياء دومًا في تاريخها كانت التوصل إلى نظرية توحيد (Unification) تربط بين كل القوانين الفيزيائية التي يستعملونها في الفيزياء الكلاسيكية والحديثة.

شطرا الفيزياء المتكونان من النسبية وميكانيكا الكم كانا دومًا شديدا الدقة في تفسير مجالاتهما، ولكن ما إن يتم دمجهما حتى يبدأ الجنون!

توالت محاولات الفيزيائيين لقرون عدة بلا توفيق، حتى خرجت تلك النظرية للنور لأول مرة في الستينيات!

نظرية الأوتار الفائقة!

ΙΕΑΔΦ



-1-

البداية

..1968

تعالوا لنبدأ من البداية..

كان ياما كان.. كان هناك فيزيائي إيطالي شاب اسمه (جابرييل فينيتزيانو Gabriele Veneziano).

كان ذلك الفيزيائي الشاب يبحث في كتبه عن معادلات رياضية تصف قوى النواة الكبيرة في الذرة.. المهم أنه كان يمتلك عدة كتب رياضيات قديمة كان يبحث فيها، حتى قاده بحثه إلى معادلة رياضية قديمة كتبها عالم آخر يدعى (ليونهارد إيولر Leonhard Euler).

تلك المعادلة كانت تصف بشكل مذهل قوى النواة الكبيرة في الذرة وتفسر كل شيء عنها (مع العلم أن تلك المعادلات كانوا يعتبرونها لسنين مجرد فضول رياضي). وبمساعدة تلك المعادلة استطاع فينتزيانو أن يحقق اكتشافه الكبير عن قوى النواة الكبيرة في الذرة، وكان ذلك الوقت هو مولد نظرية الأوتار رسمياً في المحافل العلمية.

وبعدها بسبب شهرة ذلك الاكتشاف، وقعت تلك المعادلات الرياضية في يد عالم آخر يدعى (ليونارد ساسكيند Leonard Susskind).

كتشف ذلك الفيزيائي أن تلك المعادلات تصف أكثر من مجرد جزيئات.. المعادلة كانت تقدم متحولات تصف اهتزازات ناتجة عن خيوط. تعمق أكثر في الدراسة ووجد أنها عملياً تصف خيوط مهتزة تشبه الخيوط المطاطية حرة الطرفين.. تلك الخيوط بالإضافة لصفات التمدد والانكماش، تتميز أيضًا بأنها تهتز بشكل دائري حسب



المعادلة.

المضحك في الأمر أنه عندما قدم بحثه للنشر، تم رفضه بسبب عدم أهميته، وكان يعتقد أن اكتشافه سيموت.

(بالمناسبة ذلك هو أكبر ألغاز الفيزياء الحديثة، الذي سنتكلم عنه في مقال قادم تحت اسم (أفق الحدث))

IEAΔΦ

في أواخر السبعينيات، كان العلماء المؤمنون والمتبنون لنظرية الأوتار قليلين جدًا ومُهمَلين، وكانت لديهم مشاكل كثيرة في النظرية.. دعوني أخبركم ما هي.

النظرية مثلا تنبأت أن هناك جزيئات يمكنها أن تسافر بسرعة أكبر من سرعة الضوء -وتلك فرضية غير ممكنة ومستحيلة بحسب قوانين أينشتاين- وهي جزيئات عديمة الكتلة تمامًا وبلا كثافة ولا يمكن التحقق من وجودها وغير مرئية، وأيضًا تحتاج لعشرة أبعاد بدلا من الأربعة الذين نعرفهم، وهم الطول والعرض والارتفاع والزمن.

كان هناك أيضًا تضارب في أرقام ومعادلات النظرية يجعلها تعطي نتائج مخالفة للواقع، وأرقام تدل على خطأ النظرية ومعادلاتها، حتى جاء العالم (جون هنرى شوارتز John Henry Schwarz) وبدأ في وضع تعديلات للنظرية وربطها بالجاذبية، وافترض أن حجم تلك الأوتار أصغر بـ 100 مليار مليار مرة من الذرة.

بدأت النظرية بعد ذلك في أخذ شكل صحيح.

الجزيء الذي لم تكن له كتلة سماه شوارتز بجزيء (الجرافيتون Graviton)، وهو الجزيء المسؤول عن نقل قوى الجاذبية على مستوى العالم الذري الكوانتي، وبذلك حل شوارتز الجزء أو الحلقة



المفقودة في نموذج الشكل القياسي للقوى الذي قدمه وينبرج، والذي لم يكن يحوي وصفًا للجاذبية على المستوى الذري.

وحتى بعد كل ذلك لم يحظَ ذلك البحث بالاهتمام، وظلت النظرية في الظلام حبيسة الأدراج، يعمل عليها عالمان اثنان فقط من المجتمع الفيزيائي، هما جون شوارتز ومايكل جرين (Michael Green).

ثم في أوائل الثمانينيات، وصل الاثنان إلى حل باقي المشاكل الرياضية التي كانت تواجه النظرية، وبدأت في وصف القوى الثلاثة الأخرى بجانب الجاذبية: قوى الكهرومغناطيسية، والنووية القوية، والضعيفة.

كان ذلك فعلًا كشفًا مذهلًا بكل المقاييس التي يمكن أن نتخيلها؛ لأنه أخيرًا استطاع أن يصل لمفهوم التوحيد (Unification) بين النسبية وميكانيكا الكم.

وذلك هو ما جعل العلماء يهتمون بالنظرية ويعطونها حقها المستحق بعد وقت طويل، وسموها عندها نظرية الكل.

[The Theory Of Everything]

ΙΕΑΔΦ



-2-

سيمفونية الكون

دعوني أسألكم سؤالًا.. على كم بعد يحتوي الكون الذي نعيش فيه؟

4؟؟

خطأ، بل هو يحتوي على أحد عشر بعدًا!

تخيلوا معي أننا نعيش في كون يعيش فيه الخيال العلمي جنبًا إلى جنب مع الحقيقة.. كون يتكون في الواقع من 11 بعدًا.. كون يتكون كله من موسيقى الأوتار الفائقة.. دعكم من كل الكلام المعقد الذي تشرحه النظرية لأن فكرتها الأساسية بسيطة بشكل مذهل.

فمفهومها يقول أن الكون كله من أصغر جزيء لأكبر مجرة يتكون من شيء واحد فقط، هو عبارة عن خيوط مهتزة متحركة ملتفة صغيرة ودقيقة من الطاقة نسميها (أوتار الطاقة Energy Strings).

ومثل وتر الجيتار الذي يعطي تشكيلة كبيرة من الأصوات الموسيقية بحسب درجة وشدة اهتزازه، أوتار الطاقة التي نتكلم عنها تهتز بطرق وأشكال وقوى مختلفة هي التي تعطي مكونات الطبيعة التي نعرفها جميعًا أشكالها.

بعبارة أخرى، الكون كله عبارة عن سيمفونية موسيقية عظيمة تتمثل بكل النغمات التي تقدر أوتار الطاقة أن تصنعها من خلال أحد عشر بعدًا يشكلون كل أشكال الطاقة والمادة التي نعرفها!

صورة غريبة للكون، أليس كذلك؟؟ وجميلة.



تلك النظرية استطاعت وصف كل مكونات الكون بشكل مذهل، بمعنى أن البروتونات والإلكترونات والنيوترونات التي تتكون منها الذرة تتكون بدورها من مواد أصغر.

تلك المواد الأصغر كانوا يعتقدون أنها مادية، ولكنها في الواقع خيوط صغيرة جدًا مهتزة من الطاقة تدعى الأوتار، وكل وتر من تلك الأوتار حجمه صغير إلى حد فلكي؛ يمكن أن نشبهه بحجم تفاحة من حجم المجرة! وكل اهتزاز معين لتلك الأوتار يعطي للمادة خصائصها الفيزيائية التي نعرفها جميعًا. مثلا يمكن للاهتزاز في بعد معين وبطريقة وشدة معينتين، أن يعطي جزيئات ذرات المادة أو الجاذبية أو جسيمات ألفا Alpha أو بيتا Beta أو... أو...

الخلاصة أن كل شيء في الكون، سواء كان مادة أو طاقة أو شحنة أو جسيم، هو في الواقع يتكون من أوتار تهتز بطرق مختلفة.

مثلًا الفرق بين جزيئات الخشب وجزيئات الحديد وجزيئات الجاذبية هو طريقة اهتزاز الأوتار الفائقة فقط!

تلك النظرية كانت الحلم؛ لأنها كانت حلقة الوصل بين النسبية وميكانيكا الكم؛ فقد فسرت وألغت الفروقات بينهم بناءً على طبيعة واهتزاز الأوتار وخواصها. بمعنى أن الكون الذري الفوضوي أصبح منتظمًا وأقل فوضوية مثل الكون الكبير على مستوى الكواكب والمجرات، وذلك كان أكبر انتصار على مستوى الفيزياء والرياضيات تحقق في السنوات الماضية.

تعالوا نفهم النظرية من البداية..

ΙΕΑΔΦ



حتى يستطيعوا تفسير نظرية الأوتار الفائقة والخواص التي تصنعها الأوتار وينتج عنها المادة والجزيئات والطاقة، احتاج علماء نظرية الأوتار إلى أن يطبقوا شيئًا أشبه بالخيال العلمي، ولكنه ممكن ومحتمل رياضياً.

نحن بحاجة لأبعاد إضافية زمكانية في الكون ولن تكفينا الأبعاد الأربعة المعروفة (الطول والعرض والارتفاع والزمن).

الأبعاد الثلاثة المكانية هي الأبعاد التي نقدر على رؤيتها، وهي الأبعاد التي تحتاج إليها عقولنا لفهم واستيعاب الكون المرئي، لكن لا مانع علمياً أو نظرياً أو رياضياً يمنع وجود أبعاد أخرى لا نقدر نحن على إدراكها بحواسنا المجردة المعروفة.. والمذهل في الموضوع أن تلك الأبعاد أقرب إلينا مما نتخيل، لكننا لا ندركها ولا نستوعبها بسبب حجمها متناهي الصغر.. دعوني أخبركم كيف..

لو نظرنا إلى عامود خشبي من بعيد، لن نرى شيئًا سوى خط مستقيم له بعدين فقط هما الطول والعرض مثل هذا الخط مثلًا (_______).. لكن لو اقتربنا أكثر من ذلك العامود سيمكننا حينها رؤية الأبعاد الأخرى: الارتفاع والسماكة.. بمعنى أن العامود يصبح حينها ثلاثي الأبعاد كالصور الهولوجرامية (Holograms).

جميل.. تعالوا إذًا نقترب من الأجسام جدا لدرجة أن ندخل بين جزيئاتها ونقترب من الذرات والإلكترونات والأوتار.

سنجد عندها أن تلك الأوتار تحتاج إلى فضاء يملك أكثر من مجرد ثلاث أبعاد حتى تهتز بالطرق التي تعطي للمادة خواصها.. في الواقع ستحتاج إلى تسعة أبعاد مكانية بالإضافة إلى البعد العاشر الذي هو الزمن حسب ما افترضه أينشتاين.



تلك الأبعاد الصغيرة جدًا يمكن تصورها بأنها أسطح منحنية على بعضها ومتداخلة.. هناك صورة في آخر الكتاب توضح شكلها نظريًا.

تلك الأوتار أيضًا لها أهمية أخرى معينة.

ΙΕΑΔΦ

قبل أينشتاين، كان العلماء يعتقدون أن الكون ثابت الشكل، وعندما جاء أينشتاين بالنسبية وووضح مفهوم النسيج الكوني (Spacetime) وصوّر الكون على أنه نسيج يمكن حنيه وثنيه والتفافه، ظهر مصطلح (الثقوب الدودية Wormholes) إلى النور لأول مرة.

لمن شاهد فيلم Interstellar منكم، ستجدون هنا نفس الشرح الذي كان فيه؛ لأنه كان دقيقًا بشكل مذهل.

تخيلوا معي أن الكون يشبه الورقة.. لو أردنا نحن أن نسافر من نقطة في أول الورقة لآخر الورقة، فالطريق الواضح سيكون هو الخط المستقيم.. الطريق الذي نتكلم نحن عنه هنا هو الطريق المختصر، وهو يتكون لو ثنينا نحن الورقة على بعضها، ثم أحضرنا إبرة أو دبوسًا أو قلمًا أو ما يشبه ذلك، وثقبنا به الورقة مكان النقطتين، بحيث أن يصل المسافر من النقطة الأولى للثانية بمجرد عبور ذلك الثقب.

ذلك هو مفهوم الثقب الدودي، بما أن الكون نسيج مثل الورقة بالضبط، فإنه يمكن أن ينثني على نفسه صانعًا طرقًا مختصرة تنقلنا لأبعاد قصوى من الكون بشكل فوري.. وبشكل نظري فقط.

جميل جدًا.. على المستوى الذري في الناحية الأخرى، ذلك النسيج الكوني معرض للتمزق والتغير بشكل كبير جدًا بسبب الإنحناءات



التي تسببها فوضى الجزيئات، مثل الأنفاق الدودية والثقوب السوداء مثلًا. بوجود تلك الفوضى يكون النسيج الكوني معرضًا للتمزق بشكل دائم، وذلك يمكنه أن يسبب كوارث زمنية ومكانية أكبر من قدرتنا على الاستيعاب.

هنا يأتي دور الأوتار الفائقة في ترميم ذلك النسيج الفوضوي الممزق؛ فهي تهتز من خلال النسيج الكوني الممزق بشكل ممتد يمكن أن يصل لطول الكون ذاته، حتى يمكنها إصلاحه وترميمه.. وذلك -حسب فرضيات النظرية- هو ما يجعل الكون مستقرًا نسبيًا على المستوى الدقيق، ولا يجعل ذلك التمزق يمتد بطول النسيج الكوني ويسبب كارثة كونية.

لكن برغم الأهمية التي وصلت لها النظرية، كانت هناك مشكلة كبيرة جدا فيها؛ هي أنها -النظرية- لم تكن تتكون من نظرية واحدة فقط أو قانون واحد أو معادلة واحدة.

بل كانت تتكون من خمس نظريات مختلفة.. كل واحدة تفترض أن هناك عشرة أبعاد وكل واحدة تفسر شيئًا معينًا.

كيف تم حل ذلك الموضوع؟؟

هذا هو ما سنعرفه حالًا..

IEAΔΦ



ثــورة الأوتـــار الـفــائـقـة

في أواخر الثمانينيات من القرن المنصرم، كان علماء نظرية الأوتار منشغلين بها ولديهم الكثير من المشاكل؛ لأنهم في الواقع كانت لديهم خمس نسخ من النظرية، كل نسخة يمكن حلها بشكل رياضي مختلف لتعطي نتائج مختلفة ومتشابهة في أشياء وأشياء أخرى.

تلك هي أنواعهم:

{Type I ◆ Type II A ◆ Type II B ◆ SO 32 ◆ E8 x E8}

طبعًا كما تعرفون كانت تلك مشكلة كبيرة؛ لأننا في الأساس كانت مشكلتنا وجود نظريتين تفسران الكون ولا يمكن أن ندمجهما معًا في نظرية واحدة، وهما النسبية وميكانيكا الكم، فكيف بعد كل ذلك نبتكر نظرية ونظن أننا وصلنا للحل، لنجد أنها تتكون من خمس نظريات في الواقع وليس نظرية واحدة!؟؟

كان ذلك يعني أن المشكلة تضاعفت..

لكن تلك المشكلة لم تستمر كثيرًا؛ لأن الفيزيائي العبقري (إدوارد ويتن Edward Witten) جاء في منتصف التسعينيات ووضع نظرية (إم M).

ذلك العبقري قال أن تلك النظريات الخمس ليست مختلفة تمامًا، بل في الواقع هم عبارة عن أبعاد مختلفة لنظرية واحدة أطلق عليها اسم
(M - Theory).



اقتراحه كان قائمًا على ملاحظته أن الخمس نظريات التي تشكل التكوين الأساسي لنظرية الأوتار يمكن تعيينهم واستنتاجهم وربطهم ببعضهم البعض عن طريق قواعد رياضية معينة سماها بـ(الثنائيات Dualities).

ذلك الاكتشاف العبقري هو الأساس الرئيسي لشعلة العمل والنظريات الحديثة في وقتنا هذا، والتي يسمونها (ثورة الأوتار الفائقةSuper String Revolution).

المهم في الموضوع أنه حتى يستطيع ويتن أن يثبت نظريته، اضطر إلى أن يضيف بعدًا جديدًا للنظرية، فأصبحت في الواقع أحد عشر بعدًا!

البعد الجديد الذي أضافه كانت له نتائج كبيرة على النظرية؛ لأنه -البعد- يسمح للوتر بالتمدد والاهتزاز بمساحة كبيرة جدا يمكن أن تصل لحجم الكون نفسه على شكل غشاء اصطلحوا على تسميته (Membrane).

تلك الفكرة تقود لاستنتاج أننا في الواقع نعيش على غشاء كوني أو Membrane عملاق سببه اهتزاز الأوتار، كأنها سجادة مثلا ونحن نجلس عليها. بمعنى أننا نعيش في كون موجود على شريحة أو غشاء في كون أكبر ذو أبعاد أكثر من الأبعاد التي ندركها نحن، كأننا نعيش في كون عملاق مؤلف من عدة شرائح أو أغشية واحد منها هو كوننا نحن.

أعرف أنها فكرة غريبة وصعبة، ولكن من الممكن أن يكون معناها أن تلك الأبعاد والعوالم الأخرى الافتراضية يمكن أن تكون بجوارنا تمامًا وحولنا في كل مكان، ولكننا لا نشعر بها ولا نقدر على استيعابها؛ لأن ترددات وجزيئات أجسادنا لا يمكنها اختراق الغشاء أو الـ Membrane الذي نعيش فيه ببساطة!



وفوق كل هذا، قدمت النظرية أيضًا افتراضًا آخر شديد الجرأة.

ΙΕΑΔΦ

«أعتقد حقًا أن الانفجار العظيم أتى من العدم؟ كلا.. أنا لست فيلسوفًا.. أعتقد أن هذه مشكلة بالنسبة للفلاسفة.. لكن حتى العلماء يكرهون كلمة (عدم) لأنها لا توصلهم إلى شيء فعلياً»

(بيرت أوفرت Burt Ovrut).. واحد من علماء نظرية الأوتار الفائقة.

ΙΕΑΔΦ

حتى يمكننا فهم الافتراض، لابد أن نعرف أولا كيف تبدو تلك الأوتار.

سنه 1987 اكتشف العلماء (إريك بيرجشويف) و(إرجين سيزجين) و(بول تاونسيند) شيئًا مهمًا جدًا.

اكتشفوا -ركّزوا- أن الفضاء ذو الأحد عشر بعدًا يحتوي على أغشية ثنائية الأبعاد، بمعنى أن الفضاء الافتراضى ذو الأحد عشر بعدًا الذي افترضته النظرية يحتوي على أغشية Membranes ثنائية الأبعاد.. وبشكل تخيلي، تلك الأغشية شكلها يشبه الورق أو الشرائح، وتبدو عائمة في الفضاء ذو الـ11 بعدًا!

بعد ذلك الاكتشاف بوقت قصير جدا، جاء العلماء (مايكل داف) و(بول هاوي) و(تاكيو إنامي) و(كيلوج ستيل) ووضعوا فرضية لكيفية تكون أوتار الطاقة.

بافتراض صغر حجم المساحة ذات الـ11 بعدًا إلى حد فلكي، فإن واحد من تلك الأبعاد سيكون متكورا على نفسه في شكل دائرة، وفي ذلك الإطار يلتف الغشاء أو الـ Membrane حول ذلك البعد الدائري.. وبما أننا نفترض صغر المساحة الهائل، فإن ذلك الغشاء سيغدو شكله



بالضبط كشكل الوتر في الفضاء ذو الـ 10 أبعاد!

في الواقع، تصور داف والعلماء الآخرين الذين كانوا معه وضَّح بالضبط شكل وتكون الأوتار في النظرية الثانية من الخمس نظريات الأساسيين لنظرية الأوتار، والتي هي (Type II A).

جميل..

الافتراض الذي تقدمه النظرية يقول أنه بما أننا نعيش على كون محمول على غشاء كبير شكَّلته الأوتار المتمددة في البعد الحادي عشر، إذا لا شيء يمنع أن يكون هناك غشاء آخر يحمل كونًا آخر قريب من الغشاء الذي يحمل كوننا نحن، ويمكن في بعض الأحيان أن يحدث تماس بين تلك الأغشية، يولد طاقة مهولة تولد انفجاراً كبيراً لكون جديد على غشاء جديد!

بمعنى أنه يمكن لهذين الغشاءين أن يقتربا من بعضيهما في أي وقت ويتلامسان، والطاقة الناتجة عن ذلك التماس عندها ستولد انفجاراً كبيراً لكون جديد.

لا يوجد مانع حتى أن يكون كوننا نحن قد جاء بنفس الطريقة أيضًا.. تلامس بين غشاءين نتجت عنه طاقة مهولة لا يمكن تخيلها خلقت كوننا الذي نعيش فيه من مليارات السنين.

نظرية جريئة وتجعل المرء يشرد بخياله بعيدًا، لكن ما زال هناك ما هو أكثر.

من المعترف به أن نظرية الأوتار حصلت على جزء كبير من الاهتمام بسبب موضوع محدد.

فرضياتها عن الجاذبية.

IEAΔΦ



-4-

جرافيتون

منذ حوالى ثلاثمائة سنة، ومنذ أيام نيوتن، والجاذبية هي أقدم قوة تعرف عليها البشر.

ورغم اعتقاد معظمنا أن الجاذبية قوة قوية جدًا -لأنها هي التي تربط الكواكب بالشمس مثلًا- فهي في الواقع كما قلنا من قبل في المقالات السابقة واحدة من أضعف القوى الفيزيائية.

مثلًا القوة الكهرومغناطيسية أكبر بمليارات المرات من الجاذبية، مثال على ذلك قدمناه من قبل هو أنه بإمكاننا أن نرفع قطعة حديد صغيرة عن الأرض لو استخدمنا مغناطيس، متغلبين بذلك على قوة جاذبية الكرة الأرضية كلها لنفس قطعة الحديد!

الحسابات الرياضية في الواقع توضح أن القوة الكهرومغناطيسية أقوى بألف مليار مليار مليار مرة من قوة الجاذبية! بمعنى أنها أقوى بواحد وبجواره تسعة وثلاثون صفراً!! وذلك فرق هائل جدًا لا يمكن استيعابه.

ذلك الضعف الشديد في قوة الجاذبية كان محيراً جدًا بالنسبة للعلماء والفيزيائيين لسنين كثيرة، حتى جاءت نظرية الأوتار وغيرت نظرة المجتمع العلمي كله للجاذبية من خلال افتراض معين.

افترضت أن الجاذبية قوية جدًا كالقوة الكهرومغناطيسية وباقي القوى الفيزيائية، ولكنها تبدو ضعيفة لنا بسبب خصائص الأوتار. نحن نعرف أن الأوتار هي المكون الأساسي للمادة والطاقة، بمعنى أن الأوتار هي المكون الرئيسي للجسيمات التي تنقل الطاقة مثل الفوتون مثلًا الذي هو الجسيم الذي تتكون منه الطاقة الضوئية.. كل



هذا جميل.. ولكن ماذا لو أن الجسيم المسؤول عن نقل قوى الجاذبية والذي يسمونه (الجرافيتون Graviton) كان جسيماً غير مستقر في كوننا؟؟ بمعنى ماذا لو أنه يتسرب لأبعاد أخرى بجانب الأبعاد المعروفة لنا نحن، فيبدو تأثيره ضعيفًا في عالمنا؟؟

تلك هي الفكرة فائقة الأهمية التى قدمتها نظرية الأوتار في فهم طبيعة الجاذبية.. جسيمات الطاقة التي نعرفها والجزيئات التي تشكل المادة التي يتكون منها كل شيء في الكون تحافظ على بقائها في البعد الذي نعيش نحن فيه، والغشاء المتكون من اهتزاز الأوتار في البعد الـ11 يحجب بعدنا وكوننا عن أكوان أخرى في أبعاد أخرى.. لكن جسيم الجرافيتون حسب نظرية الأوتار هو الجسيم الوحيد الذي يتكون من أوتار مغلقة الطرفين مثل الحلقة وليس أوتار حرة كالأوتار التي تكون الجسيمات الأخرى، وتلك الخاصية بالذات هي التي تجعل الجرافيتون حراً وغير مرتبط بالبعد الذي نعيش فيه، وذلك يؤدي في النهاية لتسربه من الغشاء الذي نحن نعيش عليه لأبعاد أخرى وأكوان أخرى.. دعوني أوضح لكم الأمر بمثال بسيط.

مثلا فلنتخيل أن لدينا ملاءة سرير كبيرة مفرودة في الهواء، ولنطلق عليها جدلًا اسم الغشاء الذى نعيش فيه.. بعد ذلك دعونا نحضر زجاجة ماء صغيرة، ونفترض أن الماء الموجود بداخلها هو جسيمات الجرافيتونات.

جميل جدًا.. تعالوا بعد ذلك نسكب الماء على الملاءة.. هل تلاحظون؟؟ سنجد أن الماء يتسرب من الملاءة التي هي كوننا والغشاء الذي نعيش فيه، للأرض التي هي الغشاء الذى بأسفله، والذي يحمل الكون والأبعاد السفلية.. لذلك فنحن لا نشعر بقوه جسيم الجرافيتون؛ بسبب اختفائه السريع والمفاجئ من عالمنا أو بعدنا.

تلك الأفكار جعلت العلماء والفيزيائيين يفترضون فرضيات كنا نظنها



مجرد خيال علمي بحت.. إنهم يقولون أنه لو كانت توجد حياة أخرى في بعد آخر، فإن جسيمات الجاذبية أو الجرافيتونات يمكن أن تكون هي طريقة اتصالنا مع تلك الأبعاد.. لو حررنا جسيمات الجاذبية بشكل كبير فإنه -نظرياً- سيمكنها التسرب من الغشاء الذي تصنعه الأوتار في البعد الحادي عشر وتتصل بالبعد الآخر.. طبعا ذلك كله ممكن نظريا وليس عملياً على الإطلاق.. على الأقل في الوقت الحالي.

نظرية مذهلة بلا شك، ذلك أمر مفروغ منه.

لكنها -كأي نظرية أخرى- تواجهها مشاكل عويصة.

ΙΕΑΔΦ

«كثيراً ما عمل العلماء على نظريات انتهت بالفشل، وكثيراً ما أنفق العديد الوقت على نظريات لم تثبت صحتها تماماً، ونظرية الأوتار الفائقة ليست استثناءً، لكن العلماء يرون بأنها تقدم تفسيرات منطقية لظواهر كانت محيرة لهم في السابق، وهم يعتقدون أن النظرية ستقودهم إلى العديد من الإجابات عن هذا الكون ومن أين أتى»

ستيفين وينبرج Steven Weinberg.

ΙΕΑΔΦ

تلك النظرية العظيمة وبرغم سلامتها علمياً وقوتها رياضياً اللتين تجعلانها تستطيع أن تفسر ظواهر كثيرة حيرت علماء كثر في مجتمع الفيزيائيين، مشكلتها تكمن في أنها -بالإضافة لكونها تحتاج للكثير من الافتراضات- فهي من الصعب لدرجة الاستحالة التأكد منها في المختبر، بمعنى التأكد من وجود الأوتار، وذلك لأنها صغيرة بشكل لا يمكن



استيعابه، وبشكل يجعل التكنولوجيا التي نعرفها حاليا لا تقدر على الوصول لربع مستوى التكبير اللازم لرؤية تلك الأوتار.

ذلك يضع النظرية في خانة فلسفية وليس علمية، لأن العلم -أي علم- مبني على أساسيات هي الملاحظة والقياس والتجريب والتكرار.

ولكن ذلك لم يمنع الفيزيائيين من محاولاتهم للتأكد منها؛ فهناك بعض الأمل في رأيهم، بمعنى أنه بما أن الأوتار موجودة منذ خلق الكون، إذا فهي بالتأكيد تركت أثرًا ما على محتويات الكون من نجوم وكواكب، وتمدد ذلك الأثر بعدها بتمدد حجم الكون.. تلك فكرة يحاولون هم حاليًا استكشافها.

الوسيلة الأخرى هي المختبران الشهيران والوحيدان من نوعهما في العالم في مجال التفاعلات دون الذرية.

الأول مختبر (فيرميلاب Fermilab) في ولاية إيلينوي في الولايات المتحدة الأمريكية.

والثاني هو مختبر (سيرن) أو ما يسمونه (معجل سيرن التصادمي الهائل Cern Large Hadron Collider)، وذلك هو الأشهر طبعًا، وبالتأكيد قد سمعتم عنه من قبل.

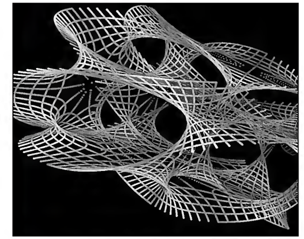
موقعه بالضبط تحت الحدود السويسرية من ناحية جينيفا Geneva، وتقوم فكرة عمله باختصار على تسريع ذرات الهيدروجين بعد فصلها عن إلكتروناتها لسرعة قريبة من سرعة الضوء، وتسييرها بمسارات متعاكسة لخلق تصادمات ما بينها، ثم دراسة الجسيمات الناتجة عنها.. وعندها لو استطاعوا أن يروا جسيم الجاذبية أو الجرافيتون وهو يختفي بعد التصادم مباشرة (بمعنى أنه يخرج من بعدنا ويتسرب للأبعاد الأخرى عبر الغشاء الكوني أو الـMembrane)

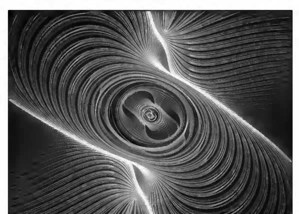


فإن ذلك سيكون بمثابة الإثبات لتوقعات نظرية الأوتار، ودليل لا شك فيه على صحتها.

وعندها سنعرف فعلًا أن الله لا يرمى النرد.

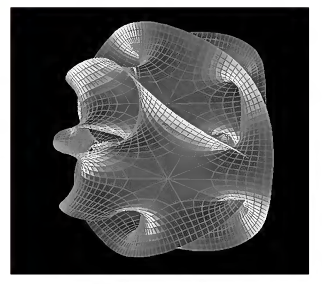
ΙΕΑΔΦ

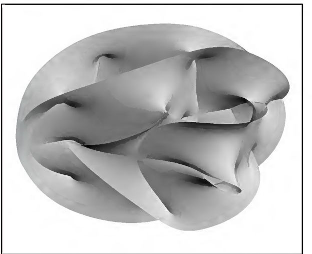




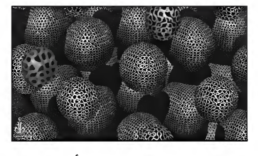
(صورتان تخيليتان لشكل الأوتار الفائقة)







(صورتان تخيليتان لشكل الأسطح المتداخلة على بعضها في افتراضات ميكانيكا الكم)

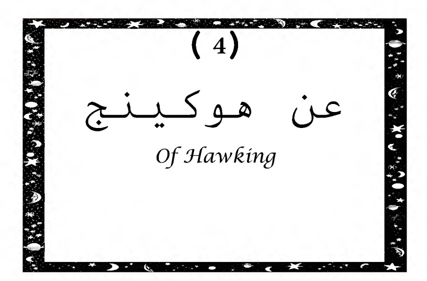


(شكل تخيلي لتكوين الذرات من الأوتار الفائقة)



(شكل تخيلي توضيحي للأغشية الكونية Membarnes والكون الكبير الأعظم الذي يحويها)





(4)

عن هوكينج

Of Hawking



تمهيد

في الواقع، (ستيفن هوكينج Stephen Hawking) هو واحد من الأناس النادرين في تاريخ العالم كله الذين فعلًا استطاعوا أن يتحدوا كل الظروف ويصنعوا شيئًا بحياتهم.. شيئًا خلد اسمه في التاريخ البشري، ناهيك عن العلمي والفيزيائي. الحقيقة أن هوكينج هو شخص فريد من نوعه فعلًا، كإنسان عادي وكعالم.. يكفينا قولًا أنه يعتبر أكبر عقلية علمية في التاريخ بعد أينشتاين.. سنتكلم عنه حالًا، فلن أطيل عليكم ها هنا، لكن ما أردت قوله هو أن هذا المقال لن يحتوي على الكثير من التفاصيل العلمية، إن لم تنعدم تمامًا. المقال مخصص بالكامل للكلام عن حياة ستيفن هوكينج؛ كنوع من التغيير وحتى لا يصيبكم الملل من كثرة التفاصيل العلمية، وأيضًا لأن هوكينج له علاقة وثيقة بما سنتكلم عنه في المقالات القادمة.. (ملاحظة بسيطة: ستجدون أن المقال القادم هو باللغة العامية كله، وذلك إمعانًا في التبسيط المطلوب لقصة حياة واحد من أعظم العلماء في التاريخ البشري.. يمكنكم أن تعتبرونها [حدوتة] كما يقولون).

أتمنى أن تستمتعوا..

IEAΔΦ



-1-

عن هوكينج

8 يناير 1942

كان يوم مولد العبقري الجديد في اليوم ده، اللي هو -بالصدفة- كان الذكرى الـ300 لوفاة العالم الفلكي العظيم جاليليو Galilio.

أبوه كان اسمه فرانك، ووالدته كان اسمها إيزابيل، وكانت إسكتلندية، وبرغم مشاكلهم المادية، أبواه الاتنين درسوا في جامعة أكسفورد (Oxford).. أبوه درس الطب وأمه درست الفلسفة والسياسة والاقتصاد.

الاتنين اتقابلوا أساسًا في بدايات الحرب العالمية التانية في مركز أبحاث طبية.. كان أبوه باحثًا طبيًا فيها وكانت إيزابيل سكرتيرة هناك.. بعدها بفترة وجيزة اتجوزوا وكان بيتهم في هاي جيت في لندن.

نظرًا لإن لندن ساعتها كانت بتترمي عليها قنابل النازيين كل يوم تقريبًا، اضطرت إيزابيل لإنها تسافر لأكسفورد عشان تقدر تولد ستيفن هناك في أمان.. نسيت أقولكم إنها كانت حامل ساعتها.. وبعدها بفترة ولدت أختين صغيرين لستيفن، ماري وفيليبا، وكان عنده أخ بالتبني اسمه إدوارد.

بعد نهاية الحرب العالمية التانية سنة 1950، انتقلوا لسانت ألبانز في هارتفورد شاير وعاشوا هناك، وكانت الناس بتعتبرهم غرباء الأطوار شوية بسبب ذكائهم الشديد.. مثلًا كانوا لما بيقعدوا على الغداء بيقروا كتب وهما ساكتين كده وصوت صرصار الحقل شغال في



الساوند تراك.. كان عندهم تاكسي لندن بيقضوا مشاويرهم بيه وحولوه بعد كده لعربيتهم الخاصة.

الأب فرانك كان ساعات بيسافر إفريقيا يشتغل على أبحاثه، وفي واحدة من المرات دي العيلة كلها قعدت أربع شهور عند بيريل صديقة إيزابيل هوكينج في ميوركا، وكان جوزها الشاعر روبرت جريفز.

المهم بقى سيبونا من كل ده وتعالوا نخش في الجزء المحزن.

ستيفن كان والده عاوزه يدرس الطب بس هو مكانش مقتنع ومكانش بيحب الطب ولا البيولوجي، وكان شايفهم علوم غير دقيقة، وفضل إن هو يدرس الفيزياء اللي حصل فيها على الدرجات الكاملة تقريبًا في اختبار القدرات بتاع جامعة أكسفورد، ودى كانت حاجه مذهلة أساسًا.

وفي السنة الدراسية الأخيرة ليه في جامعة أكسفورد، بدأ يلاحظ نوع من الخرق في تصرفاته.. كان بيلاقي نفسه بيتعثر كتير وبيقع بدون سبب.. وهو طالع السلم مثلًا كان بيتعثر ويقع، وفي مسابقات التجديف مكانش بيعرف يؤدى بسبب الضعف اللي بدأ يلاحظه في أعصاب إيديه ورجليه.. زادت المشاكل بعدها بفترة وجيزة وكلامه بقى صعب وبقى لسانه معووج شوية.. لاحظت أسرته التغيرات دي وعملوا تحاليل وفحوصات طبية جابتلهم الصدمة الكبيرة.

ستيفن في الواقع كان عنده مرض نادر مبكر الظهور وبطيء التقدم اسمه التصلب الجانبي الضموري Amyotrophic Lateral Sclerosis أو ALS، وهو المرض اللي بيسموه Motor Neuron Disease أو مرض لو جيريج Lou Gehrig.



المرض ده بدأ يسببله شلل تدريجي ويدمر أعصاب جسمه وحالته بدأت تتدهور، وقبل ما يتم تشخيصه بفترة صغيرة كان قابل زميلته في الكلية جاين وايلد Jane Wilde، وقامت بينهم قصة حب جارفة استمرت حتى بعد تشخيصه بـ(لو جيريج) واتخطبوا لبعض في أكتوبر 1964.. قال هوكينج عن الخطوبة دي إنها ادتله شيء يعيش عشانه.

اتجوزوا بعدها سنة 1965 وعاشوا في كامبريدج وجابوا صبيان وبنات أولهم روبرت سنة 1967 وبعدها جت لوسي سنة 1970 وبعدها تيموثي في إبريل سنة 1979.

هوكينج ساعتها كان نادرًا ما بيتكلم مع حد عن مشكلاته الجسدية، ولا حتى النفسية، ولا حتى مراته.. ومع تدهور حالته ده كان معناه إن مسؤولية البيت بكل اللي فيه كانت واقعة على جاين، وده كان بيديله وقت أكتر يفكر في الفيزياء.

اتعرض عليه في 1974 مركز في كالتك (Caltech) في باسادينا كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية، وكان عايز يسافر، فـ جاين اقترحت إن واحد من تلاميذه يعيش معاهم ويساعدهم.. هوكينج وافق وفعلًا عاش معاهم ساعتها (بيرنارد كار)، وكان واحد من أول الناس اللي اتولوا المهمة دي.. وعاشوا سنة سعيدة في باسادينا رجعوا بعدها لكامبريدج تاني.. وبعد أما رجعوا جه (دون بايج) عاش معاهم، وكان تاني تلميذ يعيش مع هوكينج عشان يساعد العيلة، وبكده المسؤوليات اللي على جاين قلت شوية، وده ساهم في إنه يديها وقت تهتم بدراساتها وهوايتها الجديدة في الغناء.

وفي سنة 1977 في ديسمبر، جاين قابلت عازف الأورج جوناثان هيلير جونز في الكنيسة، هي كانت متدينة جدًا بطبعها، وده اللي عمل مشاكل بينها وبين هوكينج فيما بعد.. المهم، قابلت جوناثان وبدأ



جوناثان يبقى قريب من عائلة هوكينج ويقوم بدور المساعد ليهم.. وبعدها بفترة قصيرة، حوالي سنة 1980 بدأت قصة حب بين جاين وجوناثان.

ستيفن هوكينج كان متفهم للموضوع وقال إنه معندوش اعتراض على العلاقه دي طالما جاين هتفضل تحبه هو كمان!!

موقف غريب بصراحة.. أيًا كان يعني، جاين وجوناثان فضلت علاقتهم مع بعض أفلاطونية أوي ومكانش فيه بينهم أي نوع من التعامل الجسدي خالص، وده كان بسبب إيمانهم بإنهم لازم يحافظوا على العائلة.

حياته كانت كابوس.. بس لسة اللي جاي أسوأ.

تعالوا أقولكم ليه..

ΙΕΑΔΦ



-2-

عن هوكينج أيضًا

في منتصف سنة 1985، كان هوكينج في زيارة للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية على الحدود ما بين فرنسا وسويسرا، وهناك حصله حاجة دمرت الجزء الباقي من حياته.

جاله التهاب رئوي عنيف جدًا بشكل هدد حياته، ونقلوه للعناية المركزة، وفضلت حالته تتدهور، لحد ما وصلت لمرحلة عرض فيها الأطباء على جاين إنهم يوقفوا أجهزة الـ Life Support ويسيبوه يموت في سلام كنوع من القتل الرحيم.

جاين رفضت تمامًا الموضوع ده، ونتيجة لرفضها ولعدم قدرة ستيفن على التنفس بنفسه، اضطروا يعملوا شيء يسمى بالـ Tracheotomy، وهو شق بيعملوه في القصبة الهوائية وبيدخلوا من خلاله أنبوب يسمح للهواء إنه يدخل مباشرة إلى رئة المريض بسبب عدم قدرته على التنفس الطبيعي من خلال المسالك الهوائية الطبيعية، وده أدى لفقدانه لصوته بشكل نهائي بسبب اضطرارهم لقطع الأحبال الصوتية تمامًا.. وغير كده كان محتاج عناية ممرضين لمدة 24 ساعة في اليوم بشكل متواصل. عرض الأطباء وخدمة الصحة القومية على جاين إنهم يدفعوا ويتكفلوا بمصاريف أي منزل ممرضين يحطوا ستيفن فيه، بس هي رفضت تمامًا، وأصرت إنه يواصل العلاج في بيته ويجيله الممرضين البيت.

مصاريف العلاج ده تكفلت بيها منظمة أمريكية، وبدؤوا يعينوا ممرضات على 3 فترات أو Shifts عشان يعتنوا بـستيفن، وواحدة من الممرضات دول كانت هي إيلين مايسون Elaine Mason اللي هي فيما بعد بقت مرات هوكينج التانية.



كان هوكينج بيتواصل مع الممرضات إزاي بقى؟؟

بإنه كان بيرفع حواجبه عشان يستهجى الحروف الموجودة على لوحه نطق أو الـSpelling Board.

كابوس! كابوس!

بعدها بفترة جاله خبير كمبيوتر اسمه (والت وولتز Walt Woltosz) ببرنامج كمبيوتر اسمه (المعادل أو The Equalizer)، من خلاله كان هوكينج بيقدر يستخدم زرار صغير تحت صباعه في إنه يختار جمل وكلمات منطوقة من بنك كلمات فيه أكثر من 3000 جملة وكلمة.. وكان البرنامج في البداية شغال على كمبيوتر منزلي، لحد ما جه جوز إيلين وكان مهندس كمبيوتر، ووصل جهاز كمبيوتر صغير بالكرسي المتحرك بتاع هوكينج، وبدأ هوكينج يبقى سعيد شوية، وكان بيقول «أنا بمقدوري التواصل الآن أكثر من ذي قبل».

الكمبيوتر كان بيستخدم صوت ذي لكنة أمريكية، وكانت فيه أصوات تانية ممكن هوكينج يغيرها بلكنة بريطانية، بس هو فضل الاحتفاظ بالصوت ده؛ لأنه -على حد قوله- الصوت المميز ليه.

وبعدها بفترات بقى في حوالي سنه 2005، بعد ما فقد القدرة على تحريك عضلات إيديه بشكل نهائي، عدلوا الكمبيوتر يشتغل بواسطة عضلات وشه وخدّه، وبعدها إشارات مخه، ويترجمها لصوت مسموع.. كل دي كانت مجهودات شركة الكمبيوتر والإلكترونيات العظيمة Intel.

بس تعالوا نرجع لسنه 1980 تاني..

حياه جاين وهوكينج كانت بالتدريج بقت لا تطاق؛ بسبب التدخلات اللي كانت بتحصل في حياتهم من قبل الممرضين والمساعدين المطلوبين بسبب حالة هوكينج الصحية، وكمان بسبب



زيادة شهرة هوكينج وتحوله لأيقونة زي نجوم السينما كده. في واحدة من المقابلات اللي اتعملت مع جاين قالت فيها إن دورها في حياته أصبح يقتصر على إنها (تحاول تقنعه بأنه ليس إلها).

مش لأنه مغرور، لأ؛ لأنه كان غير مؤمن بوجود الله، وكانت عنده تصورات مخالفة للأديان، وده تسبب في صدامات كتيرة بينه وبين جاين؛ لأنها كانت مؤمنة جدًا بالله وعقيدتها قوية، وده اللي انقلب ما بينهم إلى نوع من الفتور.

في نهايات الثمانينات، بدأ هوكينج يتقرب للمرضة إيلين مايسون، وبدأ يحبها.. كانت هي بتهتم بيه جدًا وبتنبهر بيه، وكان بالنسبالها زي أيقونة ومثل أعلى، وكانت بتنفذ كل حاجة بيطلبها لحد ما هام بيها حبًا.

وفي فبراير من سنه 1990، هوكينج قال لجاين إنه هيسيبها ويروح لـإيلين، وساب منزل العائلة كله.. وبعدها بفترة جاين اتجوزت جوناثان.

وسنة 1995 حصل على الطلاق من جاين، وفي سبتمبر من نفس السنة اتجوز إيلين.. كان فرحان أوي بكده وكان بيقول «حياتي أصبحت شيئًا رائعًا.. لقد تزوجت المرأة التي أحب».

ومضت بيهما الأيام بقى لحد سنة 2006.. مبقتش العلاقة بين هوكينج وإيلين زي الأول واتطلقوا.. ورجع هوكينج يبقى على علاقة قريبة من جاين وأولاده وأحفاده، وبدأ يعيش حياة مستقرة وسعيدة نسبيًا.

وبعدها بفترة وجيزة في سنة 2007 نشرت جاين كتاب اسمه (رحلتي إلى اللانهائية: حياتي مع ستيفن Travelling to Infinity: My Life with Stephen)، وبعدها في سنة 2014 اتعمل فيلم اللي هو



(The Theory Of Everything)، واللي بيحكي قصة حياته من البداية لحد وقتنا بالتفصيل.

حياة حافلة مليانة حب وحزن وكفاح ضد المرض وإنجازات وانتقالات.

بس كل حياته دي كان أهم ما فيها الإنجازات اللي عملها.

هوكينج في الواقع حقق إنجازات فريدة من نوعها من خلال دراساته للفيزياء وأبحاثه على الثقوب السوداء.

الإنجازات دي خلت الناس يطلقوا عليه لقب أكبر عقلية علمية في التاريخ بعد نيوتن وأينشتاين.. ولقب (أينشتاين العصر الحديث).

إيه علاقة الإنجازات دي بمواضيعنا هنا؟؟

علاقة وثيقة بتتمثل في حاجتين:

- نظريته اللي بتؤكد إن الكون بدأ من نقطة تفرد Singularity، وأبحاثه على الثقوب السوداء ونقط التفرد فيها، واللي بتثبت إن للتفرد بداية زمكانية ونهاية، و(إشعاع هوكينج Hawking Radiation).

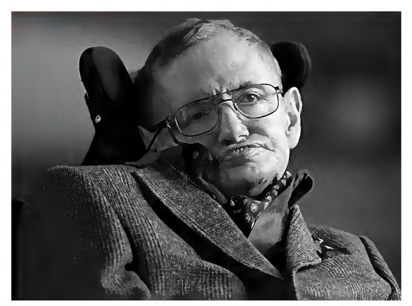
أتمنى يكون عقلك ارتاح شوية من التعقيد بعد الحدوتة القصيرة دي؛ لأن اللي جاي هيحتاج منك تركيز على أعلى مستوى.. قد انتهى المزاح!

حان وقت الكلام عن ألغاز الفيزياء الحديثة!

وهو ده موضوعنا في المقال القادم.

ΙΕΑΔΦ





(العالم العظيم ستيفن هوكينج)







(5)

أفـق الــحدث

Event Horizon



تـمـهـيـد

جزء كبير من عمل ستيفن هوكينج يتركز على مفهوم الثقوب السوداء والنجوم وكيفية تكونها.. ذلك هو ما يطلقون عليه مصطلح (التفردات الزمكانية Spacetime Singularities) في الفيزياء النظرية.. ما الذي يعنيه كل ذلك؟؟

هذا هو موضوعنا..

ΙΕΑΔΦ



-1-

عن النجوم نتحدث

- المشهد الأول: ظلام أبدي لا يبدده إلا نور النجوم الخافت الذي يلمع على ستار أسود من الفضاء والعدم في خلفية المشهد.. يظل الكادر على نفس المنظر لفترة.

- المشهد الثاني: سحب كبيرة جدًا من الغازات والغبار والأتربة تتجمع مع بعضها في مشهد كوني مهيب.. مساحات شاسعة على مرمى البصر.. ما الذي سيحدث بعدها؟؟ لا إجابة.

- المشهد الثالث: السحب تتجمع مع بعضها أكثر وحجمها يصغر.. كتلتها تبدأ في التزايد.. هل ترون؟؟ قد بدأت تتحول إلى كتل صغيرة.. تلك الكتل بدورها بدأت في التحول لكتل أكبر، وبدأت تتماسك مع نفسها بشكل أكبر.. الجو حار.. هل أنا فقط من يشعر بذلك أم أن حرارة تلك الكتل تتزايد؟؟ تتزايد بشكل مرعب!

- المشهد الرابع: تفاعلات نووية وانفجارات على مرمى البصر.. الحرارة ما زالت تتزايد بشكل أكبر.. عشرة ملايين درجة مئوية!! الكتل بدأت في التناسق مع بعضها.. نجم أولي بروتوني Protostar يتكون على مرمى البصر.

- المشهد الخامس: النجم غير متوازن أو متماسك.. التفاعلات النووية في مركزه تجعله غير مستقر.. انفجارات نووية على مرمى البصر.. بدون صوت طبعًا، لا تنسوا أننا في الفضاء..



التماسك يبدأ في الاستقرار بعض الشيء.. قد وصلنا لمرحلة التوازن أو الـ(Equilibrium) بمعنى التوازن بين ضغط الغازات في مركز النجم، والتي تدفع الحرارة والضوء بعيدًا عن النجم، والجاذبية التي تجذب الذرات نحو مركز النجم.

- المشهد السادس: الحرارة ما زالت تتزايد.. قد وصل النجم للمرحلة الحرجة (Critical State) أو (الحرارة الحرجة Critical Heat)، بمعنى أن الاندماج النووي بدأ، وبدأ معه تحول الهيدروجين في مركز النجم إلى هيليوم، ليطلق الحرارة والضوء.. النور بدأ في السطوع لدرجة مؤلمة.. نحن الآن أمام نجم حقيقي.. لو لم يكن قد وصل للحرارة الحرجة لما حدث الاندماج النووي في مركزه، ولتحول وقتها إلى (قزم بني Brown Dwarf).. ولكنه الآن نجم حقيقي.

- المشهد السابع: النجم الآن في منتصف عمره.. يستهلك الوقود الهيدروجيني Hydrogen Fuel ويطلق حرارة وضوءاً ساطعين.. يستمر المشهد لملايين السنين.

- المشهد الثامن: الوقود الهيدروجيني بدأ في النفاذ.. النجم بدأ في تحويل الهيليوم الناتج لكربون.. وبعد الكربون بدأ يحوله لعناصر أثقل.. حالة من عدم التوازن بدأت تنشأ في مركز النجم.
المشهد التاسع: حالة عدم التوازن تتزايد.. إبقاء حالة الـEquilibrium بين ضغط الغازات والجاذبية أصبح صعبًا.. النجم يبدأ في الانهيار على نفسه، وفي نفس الوقت التفاعلات النووية خارج مركزه بدأت تجعله يزداد حجمًا لفترة.. بدأ (عملاق أحمر Red Giant) في التكون.



- المشهد العاشر (سيناريو 1): ذلك السيناريو سيحدث عندما يكون حجم النجم نفس حجم شمسنا أو أصغر. الوقود الهيدروجيني الذي يعتمد عليه النجم نفذ تمامًا، فأصبح مكون النجم الأساسي هو الكربون والأكسجين.. لكنه ما زال في حالة توازن لم تختل بين ضغط الغازات والجاذبية.. مع الوقت بدأ نوره يتحول للون أبيض ومتوازن، وحجمه أصبح يماثل حجم كوكب الأرض تقريبًا.. أعتقد أننا نتكلم عن (قزم أبيضWhite Dwarf).

- المشهد العاشر (سيناريو 2): يحدث ذلك السيناريو عندما يكون حجم النجم 1,4 من حجم شمسنا نحن أو أكبر بنسبة بسيطة (حجم الشمس يسمونه في علم الفيزياء الكونية بالوحدة الشمسية Solar Mass ويستعملونه في قياس حجم النجوم). سيحدث شيء لابد أن نبتعد عنه بالكاميرا حتى لا يؤذينا.. (انفجار السوبر نوفا Supernova)!!

انفجار السوبر نوفا هذا هو أكبر انفجار يمكن أن يحدث في الكون، ويمكن أن يبلغ مدى إشعاعاته والضوء الصادر عنه درجة يمكنها أن تتفوق على بريق مجرة كاملة.. لماذا يحدث ذلك؟؟

لأنه عند نفاذ الوقود النووي الهيدروجيني في مركز النجم، يبدأ الأخير في تحويل النواتج لكربون، وعندها تبدأ كتلته ووزنه في التثاقل وتتسرب أجزاء من كتلته إلى مركزه.. في النهاية يبلغ ثقل المركز درجة لا يقدر معها النجم على تحمل قوة جاذبيته الخاصة، ويبدأ في الانهيار، فيحدث بذلك انفجار السوبر نوفا الذي هو أكبر انفجار كوني معروف، وهو من



أسباب تطور الكون في الأساس، وواحد من العوامل التي أكدت للعلماء أن الكون يتمدد، وذلك من خلال مراقبتهم للحركات الناتجة عن الانفجارات، ولأنه أيضًا يقوم بقذف العناصر الأولية التي تتكون منها نجوم أخرى وكواكب جديدة في الفضاء.. جميل.

ما الذي سيحدث بعدها؟؟

يتحول الناتج من ذلك الانفجار الهيدروجيني العظيم لما يدعى بـ(النجم النيوتروني Neutron Star).. هل ترونه؟؟

في الواقع، بعد الانفجار، ما يحدث بالضبط هو أن الإلكترونات والبروتونات في مركز النجم تنهار على نفسها وتندمج مع بعضها مكونة نيوترونات متعادلة الشحنة ناتجة عن اندماج شحنة الإلكترونات السالبة وشحنة البروتونات الموجبة.. بمعنى أن حجم النجم الهائل ينكمش في شكل نجم نيوتروني شديد الكثافة، قطره حوالي 12.4 ميل أو عشرون كيلومترًا! تصل كثافة ذلك النجم حد أن ملعقة واحدة من مادته سيبلغ وزنها مليارات الأطنان! وزنها سيكون أكبر بمئات المرات من جبل إفرست!!

ذلك بالإضافة إلى أن قوة انفجار السوبر نوفا تجعل النجم يدور حول نفسه بسرعة هائلة جدًا لا تستوعب.. يمكن أن تصل تلك السرعة إلى 43 ألف مرة في الدقيقة، تتحول معها مادة النجم لأبخرة، وتمر عبر الأقطاب المغناطيسية للنجم، فبالتالي تشع نبضات من (أشعة إكس X-Rays).. ووقتها نطلق عليها لقب (النجوم المترددة) أو (النابضة Pulsars).



- المشهد العاشر (سيناريو 3): يحدث ذلك السيناريو عندما يكون حجم مركز النجم حوالي 3 أضعاف حجم الشمس أو أكبر.

كتلة النجم بدأت في الانهيار على نفسها.. النسيج الكوني بدأ في التشوه والانحناء بشكل لانهائي.. قوة جاذبية النجم تغلبت على كل القوى الفيزيائية الأخرى وبدأت تجذبه نحو مركزه.. نوع من (التفرد Singularity) بدأ يتكون في المركز.. حتى الضوء لم يعد قادرًا على الهروب من قوة الجذب المرعبة تلك!! الزمن نفسه بدأ في التباطؤ حتى بلغ نقطة التوقف التام مع تكون (أفق الحدث Event Horizon).

بدأ يتكون الثقب الأسود!

«يقال أن الحقيقة أحيانًا أغرب من الخيال.. وقد لا يصح هذا القول في أي حالة أكثر من حالة الثقوب السوداء»

ستيفن هوكينج

ΙΕΑΔΦ



-2-

العمالقة السود

هل تذكرون قولنا أن دراسة الكون ونقطة بدايته تفرض علينا دراسة وكشف أسرار أعماق الثقوب السوداء وما الموجود فيها؟؟

قلنا وقتها أن الكون بدأ من نقطة واحدة متفردة هي نقطة (الانفجار الكبير Big bang) التي كانت كثافتها لانهائية، وانفجرت مكونه بداية الزمن والمكان أو الزمكان Spacetime، وبدأ الكون كما نعرفه.

تذكرنا تلك الفكرة بفكرة الثقوب السوداء؛ لأنها أيضًا في الواقع عبارة عنٍ أجسام صغيرة، أو كبيرة على حسب نوعها، ذات كثافة لانهائية تشوه النسيج الكوني وتحنيه إلى مالانهاية، جاذبة بذلك كل شيء إليها، حتى الضوء.

لكن ما الذي يوجد بداخلها فعلًا؟ وما علاقته بتكون الكون ونقطة بداية الزمكان أو النقطة صفر Point Zero كما يقولون؟ ذلك هو اللغز.. ولنفهمه لابد أن نبدأ من البداية الحقيقية.

جميعنا نظن أن فكرة الثقوب السوداء فكرة حديثة دخلت مصطلحات الفيزياء منذ زمن قريب، ولكن جميعنا مخطئين في الواقع، وسأخبركم لماذا.

فكرة وجود جسم شديد الكثافة والكتلة لدرجة لا تُمكِّن أي شيء من الهرب منه هي فكرة قديمة في الواقع.. الذي قدمها كان جون ميتشيل John Mitchell سنة 1783 في رسالة كتبها لهنري كافنديش.



وأيد تلك الفكرة بعدها العالم الفرنسي (بيير سايمون لابلاس - Pierre Simon Laplace) سنة 1796 في كتابه (معرض النظام العالمي Exposition du système du Monde).

ولكن العقول الفيزيائية وقتها تجاهلت فكرة الأجسام السوداء أو المناطق السوداء؛ لأنهم لم يكونوا قادرين على فهم أو استيعاب كيف لا يقدر شيء لا وزن له ولا كتلة مثل الضوء على الهروب من جاذبية تلك الأجسام.

وسنة 1915 جاء أينشتاين بالنسبية العامة، واستنتج من خلال شرحه للنسيج الكوني الذي ينحني بتأثير كثافة وكتلة الأجسام -شرحنا ذلك الأمر في المقال الأول- أن الجاذبية لها تأثير فعلي ومباشر على الضوء، وأنه يمكن أن ينحني بتأثير الجاذبية، ولكنه لم يستطع وضع معادلات رياضية تشرح كيفية عمل تلك الثقوب السوداء.

ظل الحال كما هو عليه حتى جاء (كارل شفارتزشايلد Karl Schwarzschild) وحل معادلات أينشتاين بطريقة جديدة، ليبدد الظلام بعض الشيء عن اللغز.

ذلك الحل يصف ما يسمى بـ(حقل جاذبية كتلة النقطة) و(حقل جاذبية كتلة الكرة).

(Gravitational Field of a Point Mass) & (Gravitational Field of a Spherical Mass).

دعوني أشرح لكم..

ΙΕΑΔΦ



ما الذي يحدث بالضبط عند انهيار النجوم العملاقة؟

هذا صحيح.. تبدأ كتلة ووزن وكثافة النجم في التزايد بشكل جنوني جاعلةً النسيج الكوني ينحني انحناءً لانهائيًا ويتشوه تشوهًا لانهائيًا، بمعنى أن جاذبية النجم تصبح لانهائية. حتى يمكنكم تخيل ذلك الموقف بشكل كامل، هل تذكرون المثال الذي قدمناه في المقال الأول عن كيفية عمل الجاذبية على المستوى الكوني؟؟

عندما أحضرنا سطحًا مطاطيًا ووضعنا بداخله كرة كبيرة من المعدن، ووجدنا أنه ينبعج وينحني تحت تأثير ثقل كتلة الكرة، وأن ذلك الإنحناء هو معنى الجاذبية.. جميل.

بدلًا من الكرة المعدنية تعالوا نضع على السطح المطاطي بناية خرسانية كاملة أو جبلًا!.. ماذا سيحدث؟؟

طبعا سيتشوه النسيج المطاطي -أو الكوني- بشكل لانهائي، بمعنى أن التشوه سيصنع زاوية قائمة تقريبًا مع سطح النسيج، ثم سيتمزق جاذبًا كل شيء إلى الأعماق ولن يفلت منه شيء، حتى الضوء الذي سيدخله، بلا قدرة على الخروج منه مجددًا.

جميل.. إذا نحن نتفق على شيء معين، هو أن هناك مركزًا لذلك التركيز اللانهائي الكثافة، وهو نقطة صغيرة تحيط بها كرة كبيرة جدًا تشكل حقل الجاذبية، الذي هو الحقل أو المجال الذي لو دخله أي جسم فلن يقدر على الهروب من الجاذبية بداخله أبدًا.

تلك النقطة هي مركز الثقب الأسود، والدائرة المحيطة بها والتي لا يقدر شيء على الهرب لو دخلها تسمى بـ(أفق الحدث Event Horizon).



هناك أشياء شديدة الغرابة تحدث بداخل أفق الحدث هذا.. منها أن الزمن نفسه يتباطأ ويصل لمرحلة من الثبات التام.. بمعنى -ركزوا معي- أن ذلك النجم المنهار على نفسه فور أن يبدأ حقل الجاذبية أو أفق الحدث في التكون حوله ويبدأ سطح النجم المنهار في الدخول فيه، فإن الزمن نفسه يتوقف! وانهيار النجم ذاته يتوقف! بمعنى أنه يدخل في حالة من التجمد والسكون، ويجذب كل ما حوله لمركزه، حتى الضوء!

المسافة بين نقطة مركز الثقب الأسود وأطراف حقل الجاذبية الكروي المحيط بذلك المركز تسمى بـ(نصف قطر شفارتزشايلد Schwarzschild Radius)، وهي المنطقة التي لو دخلها أي جسم فإنه لن يقدر على الإفلات من جاذبية الثقب الأسود، وسيبتلعه الأخير إلى غير رجعة.

وماذا عن الزمن؟؟

ΙΕΑΔΦ

الزمن في أفق الحدث هو في الواقع شيء أشبه ما يكون بالخيال العلمي.

شيء غريب و معقد يجعل رأسك يدور لو فكرت فيه كثيرًا.. دعوني أشرح لكم بأكبر قدر ممكن من التبسيط.

تعالوا مثلًا نتخيل أن هناك ثقبًا أسود أمامنا، وأن هناك سفينة فضاء تتجه نحوه، ونحن نراقب المشهد بتليسكوباتنا من مسافة آمنة.. ما الذي سيحدث؟؟

السفينة الآن لم تبلغ نصف قطر شفارتزشايلد بعد، بمعنى أنها تنجذب للثقب الأسود بقوة، ولكنها قوة ما زال بإمكانها التغلب



عليها بقدر معين ومحدد من الطاقة يمكّنها من الهروب من ذلك المدار من الجاذبية الهائلة.. جميل.. ركزوا معي إلى أقصى مدى.

فور ما تبدأ السفينة عاثرة الحظ في الدخول إلى نصف قطر شفارتزشايلد، فإنها تكون قد بلغت نقطة اللاعودة، بمعنى أنه حتى يمكنها أن تخرج من ذلك الأفق ستحتاج إلى أن تتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء نفسه، وذلك شيء مستحيل عمليًا، ولذلك يغدو الا نجذاب نحو مركز الثقب الأسود شيئًا حتميًا كحتمية تحرك الزمن نفسه للأمام.

بمعنى أنه كلما تحرك الزمن للأمام، فإن السفينة لابد أن تنجذب لمركز الثقب الأسود، ولا يوجد أي احتمال رياضي يمكن أن يفترض أي فرصة لها في الهروب من تلك الجاذبية، وذلك يأخذنا لمسألة الزمن.. هل هو يظل كما هو؟؟

لو أننا كنا نقف في موضع المتفرجين، فإننا سنلاحظ أن حركة السفينة من ناحيتنا و منظورنا نحن تتباطأ تدريجيًا وبشكل متزايد.. في الواقع ليست حركتها هي التي تتباطأ، بل الزمن نفسه هو الذي يتباطأ؛ بمعنى أن الزمن من منظورنا نحن يمر ببطء متسارع لدرجة تصل لأننا في النهاية سنرى السفينة ساكنة بداخل أفق الحدث لا تتحرك؛ و ذلك لأن الزمن نفسه قد توقف تمامًا.

تدريجيًا سيبدأ أي ضوء يصلنا منها في الخبو والتخافت، وسيتحول تدريجيًا للون الأحمر في ظاهرة تسمى (التحول الأحمر الجذبوي Gravitational Redshifting) حتى تتلاشى تمامًا في الأفق. و ذلك بسبب أن تردد الضوء الذي يصلنا منها يقل تدريجيًا بسبب دخولها في منطقة عالية الجاذبية.. تلك ظاهرة لا مجال لشرحها الآن، بل سنشرحها في مقال قادم.



المهم أن ذلك يحدث من منظورنا نحن لأن الزمن نسبي تمامًا، وبالنسبة لنا نحن فإنه سيتباطأ لأننا سنكون في وضع تعمل فيه قوانين الفيزياء العادية، أما بالنسبة للمسافر داخل سفينة الفضاء نفسها، فإن الزمن سيمر عليه بشكل طبيعي جدًا، وسينجذب للمركز بسرعة السقوط العادية، التي ستبدأ في التسارع حتى تحدث ظاهرة معينة لجسده وجسم السفينة.. سيبدأ جسمه في الانسحاب والمط كالحبال المطاطية.. لو كنتم قد رأيتم الرجل المطاطي في فيلم Fantastic 4 فإنكم ستوفرون علي عناء الشرح.. سيتحول جسده إلى ما يشبه المكرونة (السباجيتي)، ويبدأ في الانسحاب نحو مركز الثقب الأسود حتى يختفي تمامًا وتضاف كتلته إلى كتلة الثقب الأسود.. ذلك هو ما يطلقون عليه (تأثير المكرونة السباجيتي Spaghettification).

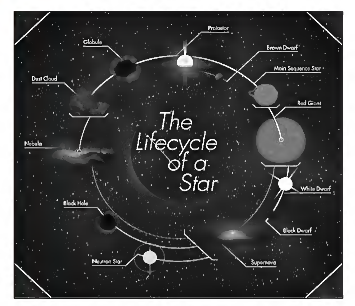
بمعنى أننا في الواقع نرى ماضي السفينة الفضائية، بينما هي ابتُلعَت إلى قلب الثقب الأسود فعلًا، وأصبح الأمر بالنسبة لها ماضٍ، لَكنه بالنسبة لنا ما زال حاضرًا.. ذاك هو مصطلح النسبية في الزمكان Spacetime.

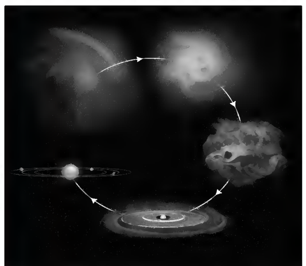
إذًا معنى ذلك أن الثقب الأسود مظلم تماما ولا نقدر نحن على رؤيته.. ولكن لو كان كذلك فعلا، فكيف نقدر نحن على ملاحظته؟؟ وهل هو فعلا يمتص كل ما يدخل إلى مجاله ولا تفلت منه أي إشعاعات؟؟

ما خطورته أو فائدته في الكون بالضبط؟؟ وما دور ستيفن هوكينج في الموضوع؟؟

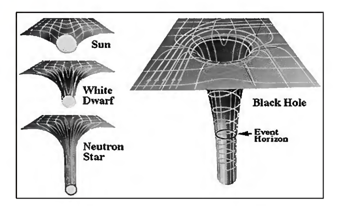
أسئلة كثيرة أعدكم أن نجيب عنها أو لا نجيب، في المقال القادم.

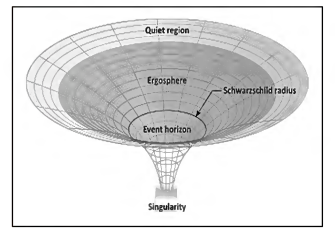


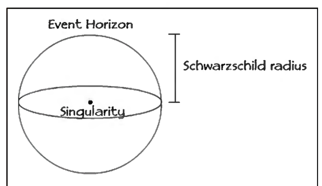




(رسوم توضيحية لكيفية تكون النجوم و كيفية موتها وما الذي يحدث بعدها)

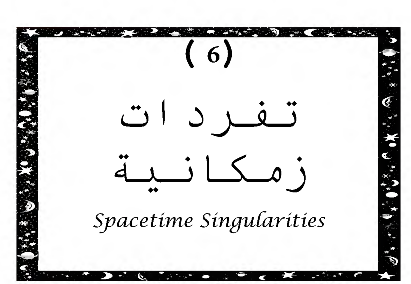

Sun
White Dwarf
Neutron Star
Black Hole
Event Horizon


Quiet region
Ergosphere
Schwarzschild radius
Event horizon
Singularity


Event Horizon
Schwarzschild radius
Singularity







(6)

تفردات زمكانية

Spacetime Singularities



تحذير واجب

المقال هذه المرة طويل وصعب ويستعصي على الفهم، ويحتاج ممن يقرؤه أن يركز لأقصى مدى، و أن تكون لديه قدرة تخيلية كبيرة جدًا لطبيعة الأجسام الفيزيائية وميكانيكا نيوتن. لو كنت ممن يصابون بالصداع بسرعة أو كنت مصابًا بارتفاع ضغط الدم مثلًا، فإنني أحذرك، هذا المقال سيصيبك بصداع نصفي.. لا تكمل القراءة.

ما زلت تقرأ؟

ستصاب بالصداع.. رأسك سيؤلمك..

ربما تصاب بالشلل!

يمكن أن تضطر لقراءته مرتين أو ثلاثة حتى يمكنك الوصول لتركيز يمكنك من الفهم!

مازلت موجودًا؟

حسنًا..

لا تقل أنني لم أحذرك..

IEAΔΦ



تـمـهـيـد

تكلمنا في المقال الرابع عن ستيفن هوكينج وقصة حياته كعالم كبير غيّر نظرتنا ومفاهيمنا للفيزياء من خلال أبحاثه ومشاركاته التي قدمها على مدار سنين حياته، وقلنا أن اكتشافاته جعلت المجتمع العلمي يطلق عليه لقب (أكبر عقلية علمية في التاريخ بعد نيوتن وأينشتاين).

ما هي اكتشافات ستيفن هوكينج؟؟ وما هو موقعها بالضبط من الفيزياء؟؟

سأخبركم..

IEAΔΦ



-1-

Spacetime

..1965

البداية كانت في محاضرة حضرها ستيفن هوكينج للعالم الإنجليزي الكبير وأستاذ الرياضيات السير (روجر بينروز Roger Penrose).

وقتها كان بينروز قد قدم بعض الأوراق البحثية التي قدمت اكتشافات كبيرة جدًا في التفردات الزمكانية أو Spacetime Singularities.. تلك التفردات هي في الواقع أحداث تجعل قوانين الفيزياء المعروفة لنا غير ذات نفع، ولا تصلح تلك القوانين في تفسيرها.. كانت تلك المحاضرة هي الدافع الذى جعل هوكينج يهتم بذلك المجال ويبدأ أبحاثه في مجال الفلك والفيزياء، خصوصًا في الثقوب السوداء والتفردات Black Holes and Singularities.

كل ذلك جميل جدًا، ولكن هناك أشياء لا نفهمها جيدًا.. ما هو ذلك الزمكان أو Spacetime؟؟

ركزوا معي..

ذلك المصطلح معناه هو الزمان والمكان مع بعضيهما.. هل تذكرون قولنا أن أينشتاين في فرضيات نظرية النسبية العامة أضاف لكوننا بعدًا جديدًا هو الزمن؟ بمعنى أن كوننا لم يعد يتكون من 3 أبعاد فقط الذين هم الطول والعرض والارتفاع، بل أضاف لهم الزمن أيضًا لأنه بعد إضافي.

الافتراض في الواقع يصور لنا شيئًا معينًا.. الفضاء أو الفراغ نفسه يتكون من 3 أبعاد هم الطول والعرض والارتفاع.. الزمن هو بعد



رابع متفرد عندما يدخل في تكوين الفضاء فإنه يعطينا تصور الزمكان أو ما يسمونه (فضاء مينكاوسكي Minkowski Space).

الفيزياء الكلاسيكية العادية تهمل وجود الزمن بعض الشيء وتتعامل معه على أساس شمولي (Universal)، بمعنى أنه ثابت في كل الحالات وأنه لا يتوقف ولا يعتمد على حركة أو سكون الجسم أو الشخص الملاحظ للأحداث.. وقتها يسمون ذلك النوع من الفضاء (الفضاء الإقليدي Euclidean Space).

لكن في السياقات النسبية أو في التصورات التي تقدمها نظرية النسبية، الزمن لا يمكن تجزئته عن الأبعاد الثلاثة المكانية، بمعنى أن الزمن الملاحظ في الفضاء وسرعته أو بطأه يعتمد على سرعه الجسم موضع الملاحظة ونسبة تلك السرعة لسرعة الشخص الذي يرى ويلاحظ ذلك الجسم، مع وضع قوى حقول الجاذبية في الاعتبار لأنها من الممكن أن تقلل من سرعة الزمن الذي نراه من خارج حقل الجاذبية القوي بالنسبة للجسم الذي بداخله.. ذلك يحتاج إلى شرح.

هل تذكرون كلامنا عن الثقوب السوداء في المقال السابق؟؟

كنا نقول أنه بداخل حقل الجاذبية الشديد أو نصف قطر شفارتزشايلد Schwarzchild Radius للثقب الأسود، وبداخل أفق الحدث Event Horizon، الزمن يمر بشكل طبيعي للشخص الذي بداخل مجاله، لكن بالنسبة للمشاهد من خارج أفق الحدث ونصف قطر شفارتزشايلد، سيلاحظ مرور الزمن بشكل أبطأ وأبطأ حتى تأتي عليه لحظة ليتوقف تمامًا ويبدأ نوره في الخفوت ويتحول للون الأحمر حتى يختفي تمامًا. وذلك بسبب حقل الجاذبية الهائل وقوة الجاذبية التي تتزايد كلما اقترب الجسم من مركز الحدث في الثقب الأسود.



جميل جدًا..

إذن معنى ذلك أننا لو دمجنا الـ3 أبعاد المكانية مع بعضها، وأضفنا لها البعد الزمنى -(3+1) وليس (4)- فإنه سيتكون لدينا نسيج متصل ومتشابك من الفضاء اسمه الزمكان أو الـSpacetime.

معنى ذلك أنه في الفضاء لا يكفي مجرد طول وعرض وارتفاع الجسم لتحديده وملاحظته، لكن يلزم وجود الزمن أيضًا؛ بمعنى أن الجسم موقعه في نقطة معينة زمنية وثلاث نقط مكانية.

ذلك هو معنى مصطلح الزمكان Spacetime باختصار، وهو شيء مطلوب حتى نستطيع فهم ما هو آتٍ.

هوكينج وقتها بدأ أبحاثه على الفيزياء الكونية، وبعدها بفترة تعاون مع بينروز، واستطاعوا التوصل لنظريات (هوكينج-بينروز أوHawking- Penrose)) في التفرد.

وتلك تحتاج إلى شرح طويل.

ΙΕΑΔΦ

ما هو الفضاء في نظركم؟؟

في نظر كل من يتخيله؟؟

هل هو نسيج؟ ؟ ما يشبه البساط أو الورقة السميكة مثلًا؟؟

هل هو بحر مثلًا؟؟ سائل كبير؟؟

هل هو جسم أو ما يشبه كرة من الفلين مثلًا؟؟

ما يشبه محيطًا من الزئبق؟؟



تخيّل الفضاء في الواقع شيء معقد جدًا ويورث عقلك صداعًا لو فكرت فيه، وذلك لأنه ليس أي شيء مما قيل، ومهما فعلنا فلن نقدر على استيعابه بشكل كامل؛ لأنه يتكون من مجموعة أبعاد متداخلة في بعضها أكثر بكثير من الأبعاد التي ندركها ونستوعبها نحن.. تذكروا تصورات الأوتار الفائقة في نظريه إم M Theory التي شرحناها من قبل.

لكن كل من يحاول أن يشرحه أو يدرس أو يفسر شيئًا فيه، يضطر دوما لتخيل جزء منه على شكل شيء يخضع للقوانين الفيزيائية الكلاسيكية، التي يحتاجها عقله حتى يتمكن من الاستيعاب والفهم.

تعالوا لنتكلم عن التفردات Singularities قليلًا.

كيف بدأ كوننا والفضاء ذاته؟؟

حتى نستطيع الإجابة عن هذا السؤال سنضطر للخوض في نظريات التفرد بعض الشيء.. ذاك تحذير مني: ما نحن على وشك الحديث عنه هو افتراضات شديدة التعقيد، وسوف يحتاج منكم إلى التركيز إلى أقصى مدى ممكن حتى يمكنكم الاستيعاب.

التفرد في نظريات هوكينج وبينروز له ثلاثة أنواع.

وكل نوع يحتاج إلى مثال وتخيل لشكل معين في الفضاء والنسيج الزمكاني.

لكن حتى نتمكن من فهمها، لابد أن نفهم كيف يمكن تحديدها، وما هو الميكانيزم الذي يساعد على ذلك في الأساس.

فلنبدأ..

ΙΕΑΔΦ



«التفردات هي النقاط التي تنهار عندها كل قوانين الفيزياء المعروفة»

كلمة قالها العالم الكبير (كيب ثورن Kip Thorne) أستاذ الفيزياء النظرية في جامعة كاليفورنيا للتكنولوجيا أو (كالتيك Caltech)، ومستشار المخرج كريستوفر نولان Christopher Nolan الذي استعان به في إخراج فيلم Interstellar.

IEAΔΦ



-2-

Singularity

كيف يمكن تحديد وجود نقطة تفرد في الكون؟؟

نحن نعرف أن نقط التفرد أنواعها كثيرة (منها الثقوب السوداء، وليست كلها)، ونعرف أن جاذبيتها تبلغ من الشدة درجة أن الضوء نفسه لا يمكنه الهروب منها، وبذلك الشكل فإن جاذبيتها وكثافتها تشكل إنحناءَ لانهائياً في الزمكان أو النسيج الكوني.

إذًا كيف نحدد نحن وجودها برغم عدم قدرتنا على رؤيتها بسبب عدم انبعاث أي ضوء منها؟؟

وفقًا للتعريف الموحد الحالي في الفيزياء النظرية، الطريقة الوحيدة التي يمكن من خلالها تحديد وجود نقطة تفرد في منطقة معينة من الكون، هي ملاحظة الأجسام التي تسقط سقوطًا حراً وتسافر في الفضاء أيًا كانت، سواء كانت لها كتلة ووزن مثل الأجسام العادية التي نعرفها، أو لو لم تكن لها كتلة ولا وزن كفوتونات الضوء مثلًا.

في تعريفات وتصورات النسبية العامة، تلك الأجسام كما نعرف تتأثر بالجاذبية فقط في الفضاء ولا تتأثر بأي قوة فيزيائية أخرى.. إذن يعني ذلك أنها تمشي في أكثر الخطوط استقامة الممكنة من خلال النسيج الكوني.

ذلك يعني أنها تسافر في خطوط مستقيمة طالما لم تمر بجوار أجسام ذات حقول جاذبية كبيرة، وتلك الخطوط المستقيمة يسميها علماء الفيزياء بمصطلح الـ(جيوديسيكس Geodesics).. في علم الرياضيات والهندسة، يعبر ذلك المصطلح في المعتاد عن أقصر الطرق المستقيمة الممكنة بين نقطتين على سطح كرة أو أي جسم منحني، ولكنه هنا



يعني أكثر الخطوط التي يسير فيها الجسم في الفضاء استقامة.. ومن هنا جاءت الفكرة العبقرية.

هم يلاحظون ويراقبون تلك الأجسام أو الجسيمات، مثل الضوء مثلًا، ويسجلون متى تختفي تمامًا فجأة!

لماذا؟؟

في تعريفات نقاط التفرد، يقال أن التفرد الزمكاني يكون موجودًا عندما تختفي الأجسام أو الضوء الذي يسير في الفضاء فجأة من تلقاء نفسه.

لكن ما الذي يعنيه ذلك الاختفاء بالضبط؟؟

أنها تتلاشى تمامًا من الوجود؟ هذا غير ممكن؛ لأنه كما نعرف هناك قانون في الفيزياء يقول أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم.. إذن لابد أنها ذهبت إلى مكان ما!

جميل..

بما أن الأجسام تسافر في الفضاء بأقصى استقامة ممكنة، أو في أكثر الخطوط الممكنة إستقامة -ذلك هو معنى الجيوديسيكس Geodesics في الفيزياء- وبما أن النهاية المفاجئة لوجود ذلك الجسم الافتراضي أو الضوء تتوافق مع نهاية المسار المستقيم أو الجيوديسيك، إذن يمكن تعريف ذلك الاختفاء المفاجئ بأنه نهاية مسار الجسم أو الضوء على ذلك المستوى من الزمكان.. بمعنى أن الجيوديسيك الخاص به قد انتهى.. لم يعد هناك مسار يمكنه أن يسير فيه، وبالتالي خرج من حافة الكون التي يمكن أن نستوعبها، ودخل إلى حافة أخرى في مكان آخر لا نقدر على استيعابه؛ لأنه في الواقع عبارة عن بُعد آخر.



بالضبط كما لو كنا نرسم خطًا مستقيمًا بقلم رصاص على ورقة، ثم نصل إلى حافتها.. تعتبر نهاية مسار الرصاص أو الحبر على الورقة هي نفسها نهاية نسيج الورقة ذاته، أو حافة الورقة.. بعدها يمكن للقلم أن يكتب ويصنع مسارًا جديدًا على الناحية الأخرى المقابلة من الورقة أو ظهرها!

أو مثلًا لو كانت الورقة تحوي ثقبًا في منتصفها تمامًا، في نفس المسار الحتمي الذي لابد أن يعبر خلاله القلم..

سنظل نرسم خطًا بالقلم على الورقة -فلنفترض أنه الضوء، وأنه يسافر في النسيج الكوني الذي هو الورقة- حتى يصل لنقطه وجود ذلك الثقب، وعندها فإن سن القلم سيقفز خارج الورقة ويسقط بداخل الثقب، وبالتالي فإن وجود الجيوديسيك أو المسار المستقيم للحبر -أو الضوء في الحالة الكونية- على الورقة سيختفي تمامًا، وذلك يعني اختفاء الجسم نفسه، الذي هو سن القلم.

تلك الظاهرة يسمونها (عدم الاكتمال الجيوديسيكي Geodesic Incompleteness).

على العكس من ذلك، لو كانت لدينا ورقة طويلة بشكل لانهائي بطول الكون، ورسمنا عليها خطًا بالقلم بصورة لانهائية، بافتراض أن الحبر فيه لانهائي ولن ينتهي، فإن المسار الجيوديسيكي للحبر سيظل مستمرًا للأبد؛ لأنه لن يقابل حافة في نسيج الورقة.

عندما لا يكون هناك المزيد من نسيج الورقة، فإنه لا يكون هناك سبيل لاستكمال الطريق، وخطنا المستقيم لابد أن يصل إلى نهاية مفاجئة.. الجيوديسيك غير مكتمل.

وبتطبيق ذلك المثال على مستوى الكون، نجد أنه عند عدم وجود المزيد من النسيج الكوني، فإنه لا يوجد سبيل لأن يستكمل الجسم أو



الضوء طريقه؛ لأنه لا طريق هنالك، وسيصل الجسم إلى نهاية مساره ويختفي، والمسار الجيوديسيكي له سيكون غير مكتمل.

ذلك هو معنى الاختفاء أو عدم الاكتمال الجيوديسيكي.

ومنه نستطيع أن نفهم معنى التفرد أو نقط التفرد.

عندما شرحنا موضوع عدم الاكتمال الجيوديسيكي، قلنا أن نهاية المسار الجيوديسيكي للجسم يمكن أن تكون عند نهاية نسيج الورقة، أو طرفها، أو عند وجود ثقب أو عدم اكتمال أو فراغ في وسطها.

وذلك يشبه الكون بالضبط، ولكن على مستوى صغير لا يقارن بالمستوى الكوني العملاق.

إذن -على مستوى الكون- يعني ذلك أن نهاية مسار الأجسام أو الضوء تكون عند طرف أو حافة الكون، أو عند وجود ثقب -الذى هو الثقب الأسود- في منتصفه.

جميل.. ولكن في حالة اختفاء الجسم عند طرف الكون، هل يعني ذلك أن الكون المادي الذي نعرفه قد انتهى؟؟

الواقع أن الإجابة هي لا.. ذلك يعني أن الجسم قد وصل لأحد أطراف مستوى معين من الكون، ثم اختفى بعدها من ذلك المستوى -الذي سنسميه جدلًا (البِعد)- ودخل في المستوى الآخر.

مثل المكعب مثلًا.. لو رسمنا عليه خطًا بقلم رصاص، فإن الخط سيصل إلى طرف ذلك المستوى من المكعب الذي نرسمه عليه، ومن ثم سيختفى من المستوى أو البعد تمامًا، ويظهر من جديد في البعد أو المستوى المجاور..

مثل هذين الخطين (___|).



إذا، يعني ذلك أن الأجسام التي تختفي فجأة من بعدنا وعالمنا المحسوس تظهر في بعد آخر في عالم آخر غير محسوس.

وبتطبيق نفس الاستنتاج بالعكس، معنى ذلك أن الأجسام التي تختفي في بعد أو مستوى أخر من الغشاء الكوني، ستظهر في مستوانا أو بعدنا نحن.

لحظة.. هل يعني ذلك أن هناك أجسام في كوننا تظهر من العدم!؟؟

هل هناك أجسام تظهر وتنبثق من اللاوجود، أو تنبثق فجأة من قلب نقط التفرد؟؟

هذا صحيح.

IEAΔΦ

هل تذكرون شرحنا لافتراضات النسبية العامة لأينشتاين؟؟

جميل..

هل -في إطار النسبية العامة- يمكن وجود الزمكان غير المكتمل جيوديسيكيا الذي نتكلم عنه؟

بمعنى: الزمكان أو النسيج الكوني الذي يكون له طرف لا يمكن للأجسام بعده أن تسير فيه، ولابد أن تختفي من وجودنا نهائيًا، هل وجود الزمكان محتمل بحسب قوانين ومعادلات النسبية العامة؟

هل من الممكن أن نستخدم النسبية العامة لشرح نقط التفرد؟

الواقع أن الإجابة (نعم) و(لا)!

نقط التفرد التي يوجد عندها عدم اكتمال جيوديسيكي Geodesic incompleteness ممكنة بالفعل حسب معادلات النسبية العامة،



ولها نماذج كثيرة وتصورات أكثر، منها مثلا التفرد الموجود عند بداية الكون أو الانفجار الكبير، ومنها نقط التفرد التي تحدث بداخل الثقوب السوداء، ومنها نقط التفرد التي تحدث كنتيجة لـ(الانهيارات غير المتناظرة Non-Symmetric).

كل تلك الأنواع أُكتشِفَت من خلال نظريات هوكينج-بينروز Hawking -Penrose في التفرد، والتي بدأا العمل عليها في منتصف الستينيات.

والجميل في تلك النظريات للتفرد هو أنها عامة جدًا، وأدلتها تستند إلى واحدة فقط من وسط الكثير من معادلات النسبية العامة.

لكن قوة تلك النظريات هي نفسها مجال ضعفها، لأنها -برغم أنها تشرح لنا ما هي نقط التفرد- لا تعطينا وصفًا لداخلها ولا لطبيعتها.. في الواقع هي لا تعطي أي شرح لكيفية مولد الكون، أو ما الذي سيحدث مثلًا لو ابتلعك ثقب أسود.

إذًا ما هي طبيعة نقط التفرد؟؟

كخطوه مبدئية للفهم، لابد أن نقسمها لفئتين رئيسيتين.

(نقط التفرد الانحنائية curvature singularities): التي تنشأ من انحناء النسيج الكوني أو الزمكان Spacetime بسبب تأثير الجاذبية التي تصل لمعدلات لانهائية.

ونقط التفرد التي لا يحدث فيها ذلك، أو التي يسمونها (نقط التفرد غير المنحنية non-curvature).

فلنرَ معًا..

ΙΕΑΔΦ



-3-

عند مركز الانحناء

في البداية لابد أن نتفق على شيء مهم جدا، وهو أن نقط التفرد المنحنية لها علاقة بالجاذبية.

شيء طبيعي؛ لأنه لا شيء -على حسب اعتقادي الخاص- بالقوة الكافية ليشكل انحناءً في نسيج الزمكان Spacetime إلا الجاذبية.

ومن ذلك نستنتج أن نقط التفرد المنحنية تنشأ من وجود جاذبية لانهائية ينتج عنها تركيز لانهائي للطاقة، وتصبح معه الطاقة لانهائية.

تلك هي ما يسمونها بـ(تفردات ريتشي Ricci Singularities) نسبة للعالم الإيطالي (جريجوريو ريتشي كورباسترو Gregorio Ricci-Curbastro) الذي لعب في أواخر القرن الـ 19 وأوائل القرن الـ 20 دورًا هامًا جدًا في تطوير الهندسة التفاضلية Differential Geometry.

ذلك النوع من نقط التفرد يمكن أن نصوره مثلًا بالثقوب السوداء.

هى تنشأ غالبًا من نجوم تنهار على نفسها وتبدأ في تشكيل كثافة كبيرة تزيد معها الجاذبية لحدود لانهائية تحني الزمكان نفسه وتشكل نقطة في مركز الثقب الأسود لا يمكن لأى شيء الهروب منها، ومحاطة بأفق حدث Event Horizon.. تكلمنا عنها كثيرًا، فلا داعي للمزيد.

يمكن أن نصور ذلك النوع أيضًا بالانفجار الكبير، في إطار التركز اللانهائي للطاقة.

حتى نفهم معنى ذاك الكلام تعالوا ندرس نموذج الانفجار الكبير مثلًا.



ذلك النموذج يوضح التركز اللانهائي للطاقة عند بداية الكون.. بمعنى أنه لو سافرنا في الزمن عكسياً للخلف وليس للأمام، سنجد أن تركيز الطاقة في الكون يزيد ويزيد، حتى نصل لنقطة بداية الكون، وعندها سنجد أنه قد وصل لتركيز وكثافة لانهائيين في نقطة واحدة بدأ منها كل شيء.. وذلك يقودنا تلقائيًا لنظرية الانفجار الكبير The Big Bang Theoryالتي سنتكلم عنها في المقال القادم.

الكون بدأ من نقطة واحدة كانت الكثافة فيها كبيرة جدًا، وكان كل شيء فيها عبارة عن تركز لانهائي للطاقة في نقطة أصغر من الذرة.. ذلك هو مفهوم نقطة التفرد عند بداية الكون، وتلك هي التي يسمونها (نقطة التفرد العارية Naked Singularity).. لماذا عارية؟ لأنها غير محاطة بأفق حدث مثل الثقوب السوداء وأنواع التفردات الأخرى؛ لأنها نشأت عند بداية الكون نفسه.

أو من الممكن أن تكون نقط التفرد تلك ناشئة عن قوى مد وجزر لانهائية، بسبب الجاذبية اللانهائية التي تنشأ في نقط التفرد.

بمعنى أنه مثلًا لو كان لدينا نقطة تفرد ذات جاذبية لانهائية، فإنه طبعًا تلك الجاذبية اللانهائية ستقوم بجذب الأجسام المجاورة بقوة لانهائية.. تمامًا كالثقب الأسود؛ بمجرد أن يسقط جسم بداخل أفق الحدث الخاص به، فإن قوى الجذب اللانهائية ستجذبه لمركز الثقب ونقطة التفرد.. ولكنه لن ينجذب بنفس شكله الطبيعي.

الموضوع سيكون كمثل لو أننا نقوم بجذب (أستك) مثلا أو قطعة من المطاط.

قوى المد والجزر اللانهائية الناشئة عن الجاذبية اللانهائية في مركز نقطة التفرد ستقوم بضغط الأجسام ومطها بقوة لانهائية حتي تحولها لنقطة تفرد هي الأخرى، وذلك هو التأثير الذي يطلقون عليه



تأثير (السباجيتيفيكيشن Spaghettification) الذي أشرنا إليه من قبل.. وأحيانًا يطلقون عليه لقب (تأثير المكرونة Noodle Effect).

سأشرح لكم كيف..

تعالوا مثلًا نتخيل جسم يتكون من أربع أركان مثل هذا (□)..

ذلك الجسم لو وقع بداخل ثقب أسود، فإن تأثير الجاذبية اللانهائي عليه سيصنع قوة مد وجزر لانهائية، لدرجة تجعل أصلب الأجسام لا تقدر على مقاومتها، وعندها ستجعل ذلك الجسم ينسحب ممطوطًا كقطعة من المطاط مثلًا، وهو يسقط بداخل أفق الحدث، ويغدو شكله شبيهًا بالمكرونة السباجيتي وهو ينسحب بداخل نقطه التفرد.. مثل هذا الشكل (~).

والتفرد المذكور هنا هو التفرد الذي يحدث بسبب انضغاط الجسم المذكور إلى حد لانهائي بسبب الجاذبية اللانهائية التي سببت ذلك.

ذلك هو النوع الذي يطلقون عليه اسم (تفرد ويل Weyl Singularity) نسبة للعالم الألماني (هيرمان ويل Hermann Weyl) الذى كان -بعد إعلان النسبية العامة بفترة قصيرة- أول من استكشف العلاقات المثيرة بين النسبية والهندسة التفاضلية.

كل ذلك جميل جدًا..

ولكن ما هي نقط التفرد التي لا تحكمها الجاذبية؟

هي شيء صعب التخيل بعض الشيء..

IEAΔΦ



-4-

عند حافة الكون

كيف يمكن وجود نقطة تفرد بدون وجود جاذبية عالية تحكمها؟؟

فلنتخيل معًا..

هل تعرفون الشكل المخروطي؟؟ أو القُمع مثلًا؟

تخيلوا الفضاء على ذلك الشكل المخروطي أو شكل القمع.. ثم تعالوا نمسك بقلم، ونرسم به خطًا مستقيمًا في مسار جيوديسيكي على جسم ذلك المخروط حتى قمته.

المسار سينتهي، أليس كذلك؟؟

بمعنى أننا لو تخلينا السطح الخارجي لذلك المخروط أو القمع هو الكون، والمسار الحبري الذي يرسمه القلم على مستواه هو الضوء مثلًا أو أي جسم مسافر فيه.. إذن عند قمة القمع أو قمة ذلك المستوى الكوني، سينتهى المسار الجيوديسيكي تمامًا، وسيقفز الجسم إلى خارج الوجود.

تعالوا لنبسطها بعض الشيء.. تخيلوا ذلك القمع على أنه ورق..

أي خط سنقوم برسمه على سطح ذلك القمع من الخارج بزاوية 90 درجة متعامدة على الأرض، سيأخذنا لقمته.. صحيح؟؟

جميل.. إذن ما الذي سيحدث للخط عند وصوله للقمة؟ بالضبط.. سيختفي تمامًا.



هنا الفضاء أو الزمكان لا يكون منحنياً، بمعنى أنه لا يوجد تأثير جاذبية إطلاقًا ليؤثر على ذلك الجسم أو الضوء -بالضبط مثل الحبر على الورقة- وبالتالي سيسافر في خط مستقيم ولن ينحني إطلاقًا؛ لأنه لم تؤثر عليه قوة جاذبية لتغير مساره الجيوديسيكي.

وبرغم ذلك، فإنه هناك نقطة تفرد عند قمة ذلك القمع الكوني سيختفى عندها الجسم تمامًا؛ لأن مساره الجيوديسيكي غير مكتمل، وعندها سيخرج إلى خارج الوجود أو الكون الذي يمكننا استيعابه لكون أو بعد آخر تمامًا.

ذلك هو مفهوم (نقط التفرد غير المنحنية Non-curvature Singularities)، والتي أحيانًا يسمونها بـ(نقاط التفرد المخروطية Conical Singularities).

إذن هل معنى ذلك أن هناك أجسامًا تظهر في الكون من العدم؟؟

ذلك صحيح، ولكن ليس بالضبط..

IEAΔΦ



-5-

إشعاع هوكينج

تعالوا لنتكلم عن الكون في تصورات ميكانيكا الكم قليلًا..

ذلك هو ما فعله ستيفن هوكينج العظيم.. درس الكون وطبق عليه ميكانيكا الكم التي هي واحدة من طرفي المعادلة التي تحكم الكون، خصوصًا في شكله الذري.

الكون -وفقًا لتصورات ميكانيكا الكم- تحدث فيه تقلبات كثيرة ولانهائية من الطاقة.

ما معنى ذلك؟

معناه أن الفراغ في الكون ليس خاليًا تمامًا كما نظن، بل هو يغلي ويعج بالأجسام ومعادلات الأجسام المضادة لها.

(Particles and Their Anti-Matter Equivalents)

ما الذي يعنيه ذلك أيضًا؟؟

ما معنى الأجسام المضادة؟؟

دعوني أخبركم..

طبقًا لفيزياء الجسيمات Particle Physics، ولتصورات ميكانيكا الكم Quantum Mechanics، (ضد المادة) أو (المادة المضادة) (Anti-Matter) هي مادة متكونة من ضد الجسيمات (Anti-Particles) التي لها نفس كتلة الجسيمات العادية الطبيعية ولكن شحنتها معكوسة، ولها عكس الخصائص الفيزيائية الطبيعية للمادة الطبيعية، مثل (معدل الدوران الكمي Quantum Spin) مثلًا.

هذا معناه أن ضد المادة أو المادة المضادة هي نفسها المادة العادية ولكن باختصار شحنتها معكوسة أو سالبة، مثل الصورة الملتقطة بتقنية النيجاتيف Negative.

مثلًا، نحن نعرف أن الذرة تتكون من إلكترون سالب وبروتون موجب ونيوترون متعادل الشحنة، صحيح؟

جميل..

عكس المادة أو ضد المادة Anti-Matter تتكون من بروتون سالب الشحنة وإلكترون موجب الشحنة، ونيوترون متعادل.

عكس المادة الطبيعية تمامًا في كل شيء!

جميل جدًا.. ركزوا معي..

وفقا لتصورات ميكانيكا الكم، الكون يعج باحتمالات لانهائية، ومن تلك الاحتمالات، يفترض أحدها أنه يعج بالأجسام والأجسام المضادة التي تنبثق من العدم وتفني بعضها فور ظهورها.

بمعنى أنه في الفراغ الكوني.. أجسام طبيعية وأجسام عكسية تظهر في كل مكان وفي كل لحظة وكل فيمتوثانية، ودائمًا تفنى تلك الأجسام بعضها لأن شحناتها معكوسة، فتتلاشى في نفس اللحظة.. لذلك لا نراها ولا نقدر على ملاحظتها، و نرى الكون أو الفضاء أو الفراغ هادئًا ساكنًا بذلك الشكل.

تعالوا لنطبق ميكانيكا الكم تلك على الثقوب السوداء..

طبعًا نحن اتفقنا على أن الجاذبية في الثقوب السوداء لانهائية بداخل أفق الحدث، وبعد أن نعبر نصف قطر شفارتزشايلد كما شرحنا قبل ذلك في المقال الخامس، وأن أي جسم مهما كان وأيًا كان، لو سقط بداخل أفق الحدث يكون قد بلغ نقطة اللا عودة.. بمعنى أنه من



المستحيل في كل الاحتمالات اللانهائية خروجه أو هروبه من الجاذبية اللانهائية للثقب الأسود.

جميل..

تخيلوا معي إذًا تصورات ميكانيكا الكم لو حدثت بالضبط على حافة أفق الحدث.. على الخط الذي هو إطار الكرة التي تشكل أفق الحدث، أو على إطار كرة شفارتزشايلد التي تشكل أفق الحدث ويتواجد بداخلها نصف قطر شفارتزشايلد.

لو أن ذلك الزوج من الجسيمات الذي يتكون من الجسم والجسم المضاد له ظهر على حافة أفق الحدث بالضبط، فما الذي سيحدث عندها؟

تعالوا لنرى ماذا يقول هوكينج..

IEAΔΦ

«something special occurs when pairs of particles emerge near the event horizon - The boundary between a black hole, whose gravity is so strong that it warps space-time، and the rest of the Universe - The particle-antiparticle pair separates, and the member of the pair closest to the event horizon falls into the black hole while the other one escapes.»

Stephen Hawking..

IEAΔΦ



سيحدث بالضبط هو أن ذلك الزوج من الجسيمات سينفصل..

والجسم الأقرب لأفق الحدث -الذي هو دائمًا يكون الجسم المضاد السالب لسبب مجهول- ينجذب لأفق الحدث ويسقط داخل الثقب الأسود، بينما يتحرر الجسم الآخر ويهرب من الثقب الأسود في صورة إشعاع هو إشعاع هوكينج Hawking Radiation.

يعني ذلك أن الثقوب السوداء تشع قدرًا ضئيلًا جدًا جدًا جدًا جدًا من الطاقة لا يمكن ملاحظته بأي وسيله فيزيائية أو علمية معروفة، وذلك بشكل مستمر يمكن أن يؤدى في النهاية إلى تبخر الثقب الأسود على المدى الطويل.

ولكن ذلك يحدث في خلال وقت طويل جدًا لدرجة الاستحالة، بمعنى أنه مثلًا لو كان الثقب الأسود في حجم شمسنا أو ما يطلقون عليه (وحدة شمسية واحدة One Solar Mass)، فإنه سيحتاج إلى وقت أطول من عمر الكون نفسه، والذي هو 14 مليار سنة حتى يتحلل ويتبخر ويفنى، وفي اللحظة الأخيرة لفنائه ينفجر انفجارًا أكبر من قوة القنبلة الهيدروجينية بـ50 مليار مرة.. وهذا -نظريًا فقط- هو ما يمكن أن يكون ما يدعى بالثقب الأبيض White Hole، ولكن هذا ليس موضوعنا الآن.

جميل.. إذًا معنى ذلك أن الثقب الأسود ليس مظلمًا جدًا كما كان يظن الجميع، بل هو يشع قدرًا ضئيلًا جدا من الإشعاع يدعى (إشعاع هوكينج Hawking Radiation)، وذلك هو ما يؤدي في النهاية، وبعد وقت طويل جدًا جدًا، إلى تناقص كتلة الثقب الأسود تدريجيًا حتى يتلاشى تمامًا.

تلك هي عبقرية هوكينج.. دمج ميكانيكا الكم مع النظرية النسبية العامة واستخدمهما لوصف نقط تفرد الثقوب السوداء.. بمعنى أنه



لو صحت نظريته، سنكون قد قمنا بحل واحد من ألغاز الفيزياء الحديثة، وفتحنا أبواب الكون المغلقة لنحرر كل أسرارها.

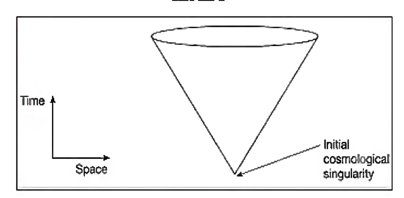
المشكلة الوحيدة في تلك النظرية العبقرية أنها تحتاج لتأكيد علمي.. لا أحد يستطيع تأكيدها بسبب الصعوبة البالغة التي تواجه من يحاول التقاط تلك الإشارات الدقيقة جدًا من الإشعاع على تلك الأبعاد الفائقة الفلكية التي تبعدها عنا الثقوب السوداء.

وذلك هو ما دفع بعض العلماء في العالم إلى محاولة تخليق ثقب أسود صناعي ودراسة إشعاع هوكينج فيه.. هل تذكرون مختبر سيرن الذي كلمتكم عنه؟؟ (المعجل التصادمي الهائل Large Hadron Collider).. هذا هو واحد من الأسباب الرئيسية لإنشائه أيضًا.

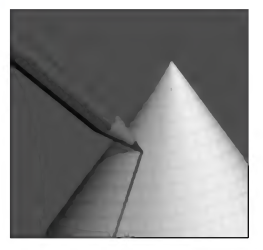
حتى نحاول أن نزيح الغمامة التي على أعيننا، ونكشف السر الأعظم خلف مولد الكون، ونعرف كيف خُلقنا، وما الذي حدث قبل مولد الكون..

في كل يوم نحاول..

IEAΔΦ







(شكلان تخيليان لكيفية تخيل نقط التفرد غير المنحنية)

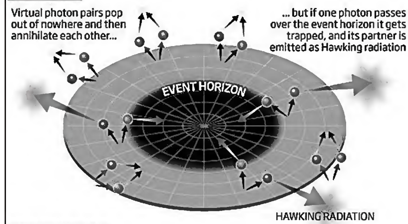


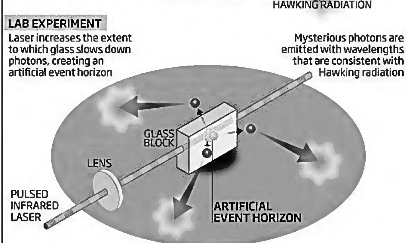
(شكل تخيلي لتأثير المكرونة السباجيتي Spaghettification)



Do-it-yourself event horizon ©NewScientist

A light barrier made in the lab may recreate key characteristics of a black hole





(شكل توضيحي لكيفية تكون إشعاع هوكينج Hawking Radiation)









(7)

زمـن بـلانـك

Planck Time



تمهيد

عالمنا..

مدن.. غابات.. محيطات.. بشر..

كل شيء نعرفه في الكون، تكون من المادة.. المادة التي خُلِقت من العدم، في أول ثانية بعد الانفجار الكبير..

كل نجم.. كل كوكب.. كل ذرة.. كل مساحة عشب.. كل قطرة ماء..

المياه في الواقع يعود عمرها إلى أزمان سحيقة.. ذرات الهيدروجين الموجودة في الماء تكونت بعد لحظات من الانفجار الكبير، وبعد تكونها جاء تكوين كل شيء..

الانفجار الكبير هو اللحظة التعريفية ولحظة البداية لكوننا كله.. وكل شيء فيه..

وكل أسرارنا.. أسرار ماضينا.. أسرار حاضرنا ومستقبلنا.. محفوظة بداخل تلك اللحظة في الزمن..

وحتى نقدر على إزاحة الستار عن تلك الأسرار، لابد أن نسافر..

نسافر خارج نظامنا الشمسي، ونذهب في رحلة عبر الزمن، خارج حتى مجرتنا..

رحلة عبر الفضاء العميق.. رحلة تأخذنا أقرب وأقرب لفجر الزمن نفسه..

وخلال مرورنا عبر المجرات الرضيعة الأولى، والنجوم الوليدة، سنصل إلى النقطة التي بدأ عندها الكون..

وعندها سنواجه أكبر أسئلة في تاريخ كل العلوم..



لماذا حدث الانفجار الكبير؟ ما الذي انفجر في الأساس؟

ما الذي كان موجودًا قبل الانفجار؟

حتى يستطيعوا الإجابة على تلك الأسئلة، بنى البشر آلات ومعدات بحجم المدن حتى يتمكنوا من الوصول لنوع من المحاكاة للحظات بداية الكون..

و بنوا تليسكوبات فضائية كبيرة جدًا حتى تعطيهم نظرة عميقة على الماضي..

ووضعوا نظريات تمكنهم من الوصول لذلك السر العظيم.. سر الخلق..

وما زالت الرحلة مستمرة..

منذ فجر الزمن..

ΙΕΑΔΦ

«We are Getting Closer To Answering The Age Old Questions, Why Are We Here? Where Did We Come From? Does The Universe in Fact Have a Beginning or an End? and If so, What Are They Like? if We Find The Answer To That, it Would Be The Ultimate Triumph Of Human Reason..

We Would Know The Mind Of God.»

Stephen Hawking..

ΙΕΑΔΦ



-1-

Redshift

..1927

البداية كانت مع (جورج لوميتر Georges Lemaître)..

قال ذلك الرجل وقتها شيئا مهمًا جدًا.. قال أن الكون المتوسع يمكن تعقبه إلى الوراء في الزمن حتى نقطة بداية واحدة.

بعد ذلك الافتراض، علماء الفضاء والفيزيائيين النظريين بنوا على ذلك الكلام فكرتهم العامة عن التوسع الكوني بعدها..

وبعدها بسنتين، سنة 1929.. جاء (إدوين هابل Edwin Hubble) وحلل (الانزياح الأحمر أو Redshifting) للمجرات، ومنه وصل لشيء شديد الأهمية.. لكن حتى نتمكن من فهمه، لابد أن نفهم أولًا ما هو ذلك (الانزياح الأحمر Redshifting).

هل تعرفون ألوان الطيف؟؟ جميل.. ما هم؟؟

بالترتيب (أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - أزرق - نيلي - بنفسجي).

جميل.. معنى ذلك أن أقل تردد للضوء هو الأحمر.. وأعلى تردد للضوء يكون البنفسجي.

لذلك نسمع عن مصطلحات (الأشعة تحت الحمراء Infrared) و(الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet) التي تكون في الواقع أشعة ضوئية عادية، ولكن ترددات الضوء فيها أقل بكثير جدًا من تردد الأحمر فلا نقدر على ملاحظتها، أو أعلى بكثير من تردد البنفسجي فلا نقدر على ملاحظتها أيضًا.. إلا بمعدات مخصصة لذلك.



جميل.. تعالوا أقرب الموضوع لأذهانكم بمثال..

تخيلوا أنكم تقفون على رصيف طريق سريع، وتريدون عبوره..

بفرض أن سائق السيارة القادمة يضغط على بوق سيارته أو (الكلاكس) بشكل مستمر..

كيف ستسمعون الصوت؟؟ فكروا وحاولوا التخيل..

بالضبط.. كلما كان الصوت بعيدًا ويقترب نحونا، كلما سنسمع الصوت حادًا يعلو تدريجيًا، حتى تأتي لحظة عبور السيارة من أمامنا، وعندها سنسمع الصوت الطبيعي العادي.. بعدها ستبدأ في الابتعاد تدريجيًا، ومعها سيبدأ الصوت في التحول إلى صوت أجش يخفت تدريجيا حتى يتلاشى تمامًا.

بمعنى أنها عندما كانت بعيدة تقترب، كان الصوت حادًا ذا تردد عالٍ.. بعدها بدأ التردد في الهبوط وهي تقترب حتى بلغ تردد الصوت العادي، ثم هبط أكثر حتى أصبح الصوت أجشًا ذا تردد منخفض، وواصل الخفوت وهي تبتعد حتى تلاشى تمامًا.. لكن لا يعني صمته أنه غير موجود.

ذلك هو مفهوم (الأشعة تحت الحمراء Infrared) ومفهوم (الانزياح الأحمر Redshifting) بشكل أكبر.

عندما كان إدوين هابل جالسًا وراء التليسكوب، كان يحاول رصد المجرات التي يبلغ بعدها عنا ملايين السنين الضوئية، ووجد عندها أن الانزياح الأحمر Redshifting لها يزداد.

التصور البدائي للكون كان يتعامل معه على أنه ثابت لا يتحرك، ومن ذلك كانوا يعتقدون أنه لن يكون هناك (انزياح أحمر Redshift) ولا (انزياح أزرق Blueshift).. الانزياح الأزرق هو عكس الانزياح



الأحمر تماما، يعني أن الجسم يقترب بعكس ما شرحناه. على الأقل كان العلماء يعتقدون أن الاثنين سيكونان موجودين بنسب ثابتة، بمعنى أن هناك نسبة من المجرات التي تقترب منا ونسبة من المجرات التي تبتعد عنا، وتلك النسب ستكون متساوية، ومن ثم سنحذفها مع بعضها.. بالضبط كمثل مفهوم المادة والمادة المضادة.

والمفترض أن القاعدة العامة هي أنه (كلما اقترب منا المصدر الضوئي، كلما كان تردد الضوء الذي يصلنا منه يزداد ويزداد، فعندها سيبدأ التردد في الانزياح نحو البنفسجي.. وكلما كان المصدر الضوئي يبتعد، كلما بدأ تردد الضوء الذي يصلنا منه يقل ويقل، حتى ينزاح ناحية اللون الأحمر وتحت الأحمر).. بمعنى أنه سيحدث له (Redshifting).

هل تذكرون كلامنا عنه عندما شرحنا ماهية الثقوب السوداء؟ عندما قلنا أن الجسم الذي يسقط داخل أفق الحدث حول الثقب الأسود يكون ساكنًا بالنسبة إلينا، ويتحول الضوء الذي يصلنا منه تدريجيًا للون الأحمر حتى يختفي تمامًا، وذلك بسبب أن تردد الضوء يقل تدريجيًا مع ابتعاد الجسم وسقوطه في أعماق الثقب الأسود.. هذا هو ما أعنيه هنا.

المهم، ما معنى أن الضوء الذي يصلنا من الجسم منزاح ناحية الأحمر؟ معنى ذلك أنه يبتعد.. أليس كذلك؟

جميل.. عندما جاء هابل Hubble وطبّق ذلك على معظم المجرات أو كلها تقريبا، وجدها تنزاح ناحية الأحمر.. بمعنى أنها كلها تتباعد عننا! وبسرعة هائلة! ومقدار سرعتها يتناسب طرديًا مع مقدار المسافة التي تبعدها عنا!

ذلك هو ما يسمونه بقانون هابل، وهو (v = H0 x D).



(v) هي السرعة، (H0) هو وقت هابل، (D) هي المسافة التي يبعدها الجسم أو المصدر الضوئي.

بمعنى أنه مثلًا كلما كان الجسم أبعد، كلما زادت سرعة ابتعاده عنا، وكلما زادت المسافة بيننا وبينه للضعف، كلما زادت سرعته الضعف.. وهكذا.

معنى ذلك -حسب قانون هابل- أن الكون يتمدد بسرعات مذهلة بشكل متجانس Homogeneous وفي جميع الاتجاهات، وذلك بغض النظر عن وضعنا في الكون سواء كان طوليًا أو عرضيًا أو على أي وضعية، وذلك هو ما يسمونه بـ(متوحد الخواص Isotropic).

مثل الكرة، يكبر بشكل متجانس وفي جميع الاتجاهات والأبعاد.. لكنها كرة أبعادها أكبر من الأبعاد التي نستوعبها نحن.

جميل.. معنى أن الكون يتمدد مثل الكرة أنه لابد أن يكون قد بدأ من نقطة واحدة هي مركز الكون.. نقطة بدأ عندها الزمن والمكان، وبدأ عندها التاريخ، وكل الذرات والجزيئات والمجرات والكواكب والنجوم.

بدأ عندها كل شيء.. تماما كما قال (جورج لوميتر Georges Lemaître).

في ذلك الوقت، تكونت أول نظريتين تشرحان بداية الكون.

نظرية (الانفجار الكبير Big Bang Theory)، ونظرية (الحالة الثابتة أو الساكنة Steady State Theory).

فلنفهم معًا ما تتكلمان عنه بالضبط..

ΙΕΑΔΦ



-2-

Steady State

تعالوا أولًا نفهم نظرية الحالة الثابتة حتى نتمكن من خلالها من فهم نموذج الانفجار الكبير..

تلك النظرية كانت تقول أن الكون ليست له بداية وليست له نهاية..

بمعنى أن الكون أو المادة يتم خلقهم بصورة مستمرة دائمًا متناسبة طرديًا مع مقدار اتساع الكون..

بمعنى أنه كلما كان الكون يتمدد ويتسع، فإن المادة Matter يتم خلقها بصورة مستمرة تغطي ذلك الاتساع، وذلك حتى نصل لنوع من التوازن لا يسمح لكثافة الكون المعروفة أن تقل، وبالتالي يفنى الكون كله.. وفي تلك الحالة تكون النظرية قائمة على (مبدأ الكون المثالي Perfect Cosmological Principle) الذي يقول أن الكون ثابت ومتماثل في أي مكان وأي زمان، بمعنى أنه لا يوجد فرق بين مجرتنا مثلًا والأجسام الموجودة فيها، ومجرة أخرى تبعد عنا ملايين السنين الضوئية؛ لأن الكون واحد في الحالتين.

وذلك يعني أنه برغم أن الكون يتسع، لكن شكله لا يتغير طبقًا لمبدأ الكون المثالي، برغم اتساعه إلا أن شكله لا يتغير ويظل كما هو في جميع الحالات، وكل الظواهر والأحداث التي تحدث فيه في نقطة زمكانية معينة، تحدث في نقاط زمكانية أخرى في جميع أنحاءه.. ودائمًا بقدر اتساعه يتم خلق مادة جديدة في كل لحظة لتتوازن مع ذلك المقدار من الاتساع..



بالضبط كما لو كان لديك كوبًا من الماء ووضعته تحت الصنبور.. كلما امتلأ الكوب وبدأ الماء في التساقط منه، كلما بدأت المياه القادمة من الصنبور في أخذ مكانها لتحفظ حالة التوازن.. شيء يذكرك بقوانين (أرشميدس Archimedes).

تلك هي فكرة النظرية الأساسية التي نشرها (بوندي Bondi) و(جولدGold) و(هويل Hoyle) سنة 1948.

حازت تلك النظرية شهرة كبيرة في منتصف القرن العشرين، وكانت المنافس الرئيسي لنظرية الانفجار الكبير أو نموذج الانفجار الكبير، حتى بدأت المشاكل فيها تظهر للعيان.. حدث ذلك في منتصف الخمسينيات تقريبًا.

بدأت الملاحظات العملية تؤكد أن الكون فعلًا يتغير، وليس ثابتًا في كل الأزمنة والأماكن كما افترضت نظرية الحالة الثابتة.. كيف؟؟

مصادر موجات الراديو الساطعة التي في الكون التي يسمونها (الكويزار Quasars) لم يمكننا رصدها إلا في أماكن بعيدة جدًا في (الفضاء العميق Deep Space).. معنى أنها بعيدة جدًا في المكان أنها بعيدة جدًا في الزمان أيضًا؛ لأن كل شيء نسبي.. هل تذكرون؟

الضوء له سرعة.. والسرعة التي يبلغها الضوء حتى يصلنا عبر تلك المسافة السحيقة تستغرق وقتًا طويلًا جدًا يقدر بملايين السنين الضوئية.. إذًا معنى ذلك أن الصور التي نرصدها للكون تلك، هي في الواقع ماضي الكون وليس حاضره.

وكلما وصلنا بمناظيرنا إلى أبعد، كلما كان ما نراه هو الماضي السحيق.

وتلك هي الحالة ها هنا..

لكن لحظة.. ما هي تلك الكويزارات Quasars؟؟



هل تذكرون كلامنا عن الثقوب السوداء؟؟ عندما قلنا أنها تبتلع كل الأجسام والكتل التي تسقط في مجالها ولا تطلق طاقة؟ جميل..

في مركز كل مجرة يتواجد ثقب أسود عملاق يسمونه (Super Massive Black hole).. ويكون حجم ذلك العملاق أكبر بملايين المرات من حجم الشمس.

ذلك الثقب الأسود يبتلع كتلًا ضخمة جدًا جدًا تفوق قدرته على الاحتمال، وفي بعض الأوقات لا يكون هناك مكان لكل تلك الكتل الرهيبة التي يبتلعها في مركز المجرة.. لا يكون هناك مكان لأي شيء آخر، فبالتالي الأجسام التي يبتلعها بعد ذلك تهرب منه وتنطلق بعيدًا في الفضاء.

تنطلق في شكل عامود من الطاقة الصافية يمتد لملايين الكيلومترات والسنين الضوئية، وحجمه يتفوق بمقدار يتراوح بين 10 مرات إلى 10000 مرة على حجم نصف قطر شفارتزشايلد Schwarzschild Radius.. وعندها نطلق على تلك العواميد من الطاقة الصافية، الخارجة بشكل عمودي على تلك الثقوب السوداء العملاقة في مركز المجرات لقب الكويزارات Quasars.

تلك الكويزارات يتفوق مستوى لمعانها على لمعان أي شيء آخر في الكون، لدرجة أنه يتفوق على لمعان مجرة كاملة مثل مجرتنا بنسبه 1: 100!

أكثر الأجسام إضاءةً وسطوعًا في الكون كله، لكن طبعًا بسبب بعدها السحيق في الزمكان، لا يمكننا رصدها إلا عن طريق رصد موجات الراديو التي تصلنا منها. لها أنواع عديدة بالمناسبة وليس ذلك النوع فقط.. ولكن دعونا منها..



ربما تكلمنا عنها فيما بعد، لكن فلنعد لموضوعنا الآن.

معنى أن العلماء بملاحظاتهم العملية لم يستطيعوا أن يجدوا تلك الكويزارات إلا على أبعاد سحيقة جدًا، وطبقا للنسبية العامة وأبسط القوانين التي توضح سرعة الضوء، إذا فتلك الكويزارات كانت موجودة في أزمنه بعيدة جدًا.. كانت موجودة عند بداية التاريخ بشكل أكثر وضوحًا.

ومعنى أنهم لم يجدوها في أي أماكن قريبة منا، أنها غير موجودة في زمن الكون الحالي أو الحاضر أو حتى القريب، بل هي انتهت وتغيرت منذ أزمنة بعيدة جدًا.

بمعنى أنها كانت موجودة في الكون منذ ملايين السنين -عدد السنين يتناسب طرديًا مع مقدار بعدها عنا- ولكن حاليًا وفي الكون الحالي هي اندثرت تمامًا وغير موجودة نهائيًا، في الكون المرئي والمرصود على الأقل.

وتلك كانت أول ضربة لنظرية الحالة الثابتة؛ لأنها كانت تفترض في الأساس أن الكون متشابه، وليست له بداية ولا نهاية.. وبناءً على ذلك الافتراض، فإنه من المفترض أن الأجسام والظواهر الموجودة على أبعاد سحيقة في الكون ومنذ أزمنة بعيدة جدًا يجب أن تكون حولنا في الكون الحالي أيضًا.. لابد أن تكون موجودة -حرفيًا- في كل مكان.. وذلك هو ما ثبت -علميًا ونظريًا- أنه غير صحيح؛ لأن الكون دائم التغير.

وحوالي سنة 1961، كان معظم علماء الفيزياء والفلك في العالم كله مؤمنين بخطأ نظرية الحالة الثابتة، إلا فئة قليلة جدًا كانت ترى أن نتائج الرصد المستخرجة من التلسكوبات محض شكوك، ومن المحتمل أن تكون خاطئة.



حتى حل يوم 20 مايو سنة 1964، وبفضل جهود (أرنو بينزاياس Arno Penzias) و(روبرت وودرو ويلسون Robert Woodrow Wilson)، تم اكتشاف الشيء الذي كان بمثابة الضربة القاضية لنظرية الحالة الثابتة.

(خلفية إشعاع المايكروويف الكوني Cosmic microwave background Radiation)، أو ما يختصرونه بـ (.C.M.B).

ΙΕΑΔΦ



-3-

شـيء مـن لا شـيء

في الواقع، وفي البداية، أكبر مشكلة ومعضلة تجعل فهم نظرية الانفجار الكبير مستعصياً علينا، هي شيء محوري.

كيف يمكن أن يخلق شيء من لا شيء!؟

كيف يمكن لكون كامل أن ينفجر من العدم!؟

لحظة الصفر.. تلك هي النقطة الغامضة..

لكن لو استطعنا أن نستوعب تلك الفكرة، سنستطيع فهم ما هو أكثر عن نظرية الانفجار الكبير..

عندما بدأ الزمن والمكان..

عندما بدأت المادة والطاقة..

عندما بدأ كل شيء..

IEAΔΦ

تعالوا معي لننظر إلى السماء.. نتخيل الكون في أذهاننا.. نتخيل كبر حجمه وتمدده وتوسعه اللانهائي.

نتخيل كل المادة وكل الطاقة الموجودة فيه.

كان هناك عالم ومبشِّر عاش قديمًا في بولندا اسمه (نيكولاس كوبرنيكوس Nicolaus Copernicus). قال ذلك الرجل كلامًا مهما جدًا..

اكتشف مثلًا أن الأرض ليست مركز الكون كما كان الناس يعتقدون



وقتها.. وطبعًا -مثل كل العباقرة في زمنه في الواقع- سبب ذلك له الكثير من المشاكل مع الأوساط العلمية والكنيسة، استمرت حتى وفاته.

يمكن أن يذكرنا ذلك بعالم عظيم أخر هو (جاليليو Galileo)، الذي وقع في مشاكل مماثلة مع بابا الفاتيكان.. مشاكل ليست بسيطة بالضبط..

لكن دعونا من كل ذلك..

كوبرنيكوس هذا كانت لديه رؤية معينة.

تخيل مثلًا لو أنك تملك قوسًا وسهمًا، وأنك تطير في الفضاء..

تخيل أنك أطلقت السهم من القوس.. ما الذي سيحدث بعدها؟

السهم سيظل طائرًا في الفضاء حتى يصل لحافة معينة أو يصطدم بشيء..

عندها لا يوجد ما يمنعك أن تطير خلفه وتمسكه مرة أخرى لتطلقه في الفضاء مرة أخرى حتى يصطدم بجسم آخر.

وهكذا إلى ما لانهاية..

الخلاصة أنه بناءً على كلامه فإن الكون ليست له نهاية.. بل هو ممتد بلا حدود..

ولم يعرف أحد مدى صحة ذلك إلا بعدها بفترة..

وذلك يأخذنا لموضوعنا..

تخيلوا معي ذلك الفضاء اللانهائي الممتد في كل الاتجاهات بسرعة الضوء تقريبًا..



من أين جاء ذلك الفضاء الممتد؟؟

بالضبط.. كما قال جورج لوميتر.. نقطة واحدة.. نقطه تفرد Singularity.

نقطة الصفر التي بدأ عندها كل شيء.

بدأ عندها الزمان والمكان، والكواكب والمجرات والنجوم، والذرات والنيوترونات والإلكترونات، والباريونات والكواركات.

كل شيء..

نقطه لانهائية الصغر والكثافة والحرارة.

تلك النقطة صغرها يمكن بلا جهد كبير أن يسمح لنا باعتبار أنها غير متواجدة أساسًا.. بمعنى أنه قبل تكوّن الكون، كان هناك ما هو أكثر من مجرد فراغ.. نحتاج إلى كلمة أعظم حتى تصف ما كان هناك.

كان هناك عدم.. لا وجود.. لا شيء حرفيًا!

لا فضاء.. لا كواكب.. لا مجرات.. لا وجود حتى للزمن ولا معنى له.

ثم؟؟ ماذا بعد ذلك؟؟

فلنتخيل أن الانفجار الكبير ومولد الكون وعمره كله مسجل أمامنا على شريط فيديو.

جميل.. تعالوا نعيد ذلك الشريط بالعكس Rewind.. حتى نصل لنقطة الصفر.

هناك حد معين يمكن أن نصل له بقوانيننا الفيزيائية الحالية، وبعده تنهار قوانين الفيزياء نفسها وتعجز عن وصف ما حدث قبله.. ينهار حتى مفهومنا عن الزمن؛ لأنه لا معنى للزمن قبله.. لا معنى حتى



لكلمة (قبل) أو (بعد).

ذلك الحد هو ما يسمى بـ (حقبة بلانك Planck Epoch) أو (Planck Era)، نسبة للعالم العظيم (ماكس بلانك Max Planck).

حتى يمكننا فهم مدى صغر تلك الحقبة، لابد أن نفهم شيء يدعى (زمن بلانك Planck Time).

ما هذا بالضبط؟؟

زمن بلانك هو أصغر وحدة معروفة فيزيائيا لقياس الزمن.. يتكون من جزء من مليون مليون مليون مليون جزء من الثانية.. هل يمكنكم تخيل الرقم؟؟

لو حاولنا كتابته رياضيًا سيكون (10^{-43}) من الثانية!

جميل.. ما الذي كان موجودًا في ذلك الجزء متناهي الصغر من الزمن؟؟

لا أحد يعرف، ولا يمكن أن يعرف؛ لأن قوانين الفيزياء كلها كانت متوحدة وقتها، لدرجة أن قوة الجاذبية التي هي تعتبر أضعف قوى الطبيعة كانت في قوة القوى الفيزيائية الأخرى، وكان الكون كله عبارة عن نقطة تفرد واحدة فقط متناهية الصغر، لانهائية الطاقة والحرارة والكثافة والجاذبية.. نقطة تفرد غير مستقرة.. غير مستقرة لدرجة أنها انفجرت!

وكانت تلك هي لحظة الخلق.. قيل له -الكون- كن، فكان!

انفجرت نقطة التفرد تلك بطاقة أكبر من كل طاقة الكون التي أطلقها منذ ميلاده قبل 7,13 مليار سنة مجتمعة، وبدأ الكون يتمدد.

وفي جزء من مليون مليون مليون مليون جزء من الثانية، تمدد الكون



لحجم أكبر من حجم الذرة بمليون مليون مليون مليون مليون مرة.. أعرف أن الأرقام ها هنا تدير الرؤوس، ومعلومة على الهامش، ذلك -قطعًا- أسرع من سرعة الضوء!

معنى أنه عمليًا، الكون في حقبه بلانك تمدد أسرع من الضوء نفسه، وهذا هو أول كسر في عرش قوانين الفيزياء حدث في تلك الحقبة الزمنية الصغيرة جدًا.

حتى أقرب لكم المثال أكثر، الكون تمدد في جزء من مليون مليون مليون مليون جزء من الثانية الطبيعية، من حجم كرة جولف لحجم الكرة الأرضية كلها.. هل تتخيلون ما حدث؟؟ هل تتخيلون السرعة التي تطلبها تحقيق ذلك؟؟

تلك السرعة في الواقع كانت سرعة طبيعية بالنسبة للكون وقتها؛ لأن كل شيء وكل ذرة كانت موجودة في الكون كانت قريبة من بعضها ومندمجة ومتداخلة لدرجة دفعت العلماء لابتكار وحدة زمنية جديدة هي (زمن بلانك) هذه.

حتى يمكنكم فهم مدى صغر زمن بلانك، تخيلوا معي وركزوا تفكيركم كله..

الثانية الواحدة التي تمر عليكم وأنتم جالسون تطالعون هذه الصفحات، فيها عدد وحدات زمن بلانك أكثر من كل عدد الثواني الموجودة في عمر الكون كله منذ وقت الانفجار الكبير.. منذ 13.7 مليار سنة!!

رياضيات تدير الرؤوس!

في السنة الواحدة توجد أكثر من 31 مليون ثانية تمر، وعمر الكون هو 13.7 مليار سنة.. إذن لو ضربنا 31 مليون في 13.7 مليار سيكون



الناتج كبيرا.. كبيراً أكثر من اللازم، وأعتقد أننا لو جربنا ضربهم على آلة حاسبة فإنها لن تستطيع إخراج الناتج، وسيكون المكتوب [Error].

جميل..

تعالوا لنتخيل..

في وحدة بلانك الأولى من الثانية.. الكون تمدد من صغر لانهائي إلى حجم كرة تنس..

وفي وحدة بلانك الثانية، تمدد من حجم كرة تنس لحجم الكرة الأرضية كلها..

وفي الوحدة الثالثة تمدد لحجم أكبر من حجم نظامنا الشمسي كله..

كل ذلك وهو ما زال مجرد عاصفة صغيرة من الطاقة ذات حرارة لانهائية.. حرارة بلغت من قوتها أنها لم تكن تحوي ذرات ولا جزيئات ولا إلكترونات ولا أي أجسام.. مجرد بحر من الطاقة الصافية المنصهرة على بعضها.

ظل الكون بعدها يتمدد بمرور وحدات زمن بلانك، ومع ذلك التمدد شديد السرعة كانت الكثافة والضغط يقلان تدريجياً، حتى قلت الحرارة لدرجة معينة سمحت بتكون أول (جسيمات ذرية Subatomic Particles).

وتلك كانت أول جسيمات في تاريخ الكون.

في الواقع الكون في تلك المرحلة كان ممتلئاً بشكل متجانس وفي جميع الاتجاهات الكروية بالبلازما.. تحديداً ما يسمي بـ(بلازما الكواركات والجلونات Quark-Gluon Plasma).



بمعنى أنه كان ممتلئًا بالجزيئات الأولية التي تكوّن (الباريونات Barions) و(اللبتونات Leptons).

جميل.. لكن ما هي تلك الباريونات واللبتونات؟؟

ذلك حديث طويل..

ΙΕΑΔΦ

حتى نستطيع فهم ماهية الباريونات Baryons لابد أولًا أن نفهم شيئًا آخر..

(الكواركات Quarks).

ركزوا معي جدًا لأن الجزء القادم شديد الصعوبة، ولكننا سنحاول تبسيطه قدر الإمكان..

الكواركات هي المكونات الأساسية لما يدعى بـ(الهيدرونات Hadrons).

تلك الهيدرونات هي الجزيئات الكبيرة من الذرة، وأنواعها كثيرة لن نشرحها كلها لأن هذا ليس درس فيزياء.. لكن من أنواعها ما يسمى بـ(الباريونات Baryons).

تلك الباريونات من أمثلتها البروتونات والنيوترونات التي تكون مركز الذرة.

جميل.. إذن معنى ذلك أن تلك الكواركات هي المكون الأساسي لأجزاء معينة من الذرة، هي البروتونات والنيوترونات.

البروتونات موجبة الشحنة، والنيوترونات متعادلة الشحنة.

وأيضًا، تلك الكواركات هي الجسيمات المادية الوحيدة التي تتأثر



بجميع القوى الفيزيائية الأربعة مع بعض (وهم القوة الكهرومغناطيسية والجاذبية والتفاعل القوى والتفاعل الضعيف).

إذا معنى ذلك أن البروتونات والنيوترونات، أو أي باريون عمومًا يتكون من كواركات.. 3 كواركات بالتحديد.

وكل باريون يتم تكوينه، يتكون معه باريون مضاد **Anti-Baryon**.

بمعنى أن كل بروتون مثلا يتكون معه بروتون مضاد شحنته معكوسة.

في الواقع الباريون المضاد يتكون من 3 كواركات مضادة.

هل تذكرون موضوع الأجسام المضادة ذلك؟ الذي هو واحد من افتراضات ميكانيكا الكم التي تم إثباتها.. تكلمنا عنه من قبل في المقال السابق.

المهم، في كل ذلك الوقت كنا نتكلم عن الباريونات التي من أمثلتها البروتونات والنيوترونات.

ولكن من ماذا تتكون الإلكترونات؟

الإلكترونات في الواقع هي جسم أولي **Primal**، وهي إحدى أمثلة (اللبتونات **Leptons**).

جميل.. تعالوا نفهم أكثر.

هناك نوعان من اللبتونات.. أولهما (اللبتونات المشحونة **Charged Leptons**)، وتلك معروفة باسم آخر هو (اللبتونات شبيهة الإلكترون **Electron-Like Leptons**).

واستنتاجًا من الاسم، يعني هذا أن تلك اللبتونات المشحونة من أمثلتها الإلكترونات سالبة الشحنة التي لا تتأثر بالتفاعل النووي



القوي، وهي المكون الأساسي الآخر للذرة. تلك الإلكترونات هي التي -بسبب شحنتها السالبة- تنجذب وتتجمع مع الباريونات، والتي تنقسم بدورها إلى بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة، ويكوّن الاثنان الذرة، والتي تكوّن بدورها أي مادة في الكون، وتلك هي التي يمكن أن نلاحظها.

النوع الآخر من اللبتونات معروف باسم (النيوترينو Neutrinos).

ذلك الجسيم يمكن تشبيهه بإلكترون متعادل الشحنة -ليس سالبًا، بل متعادل الشحنة- وبسبب تلك الشحنة المتعادلة، فإنه لا يتأثر بالقوة الكهرومغناطيسية ولا بالتفاعل النووي القوي، وتكون له كتلة طبعًا مثل الإلكترون تمامًا، لكن كتلته هو والإلكترون شديدة الصغر حتى بالنسبة للمستويات الذرية التي نتكلم عنها.

ومعنى أنه لا يتأثر بالقوة الكهرومغناطيسية التي تربط الجزيئات ببعضها، ولا يتأثر بالتفاعل النووي القوى الذي يحفظ تماسك الجزيئات اعتمادا على الشحنة التي على محيط ذراتها، وذلك لأنه متعادل الشحنة، فإن ذلك يعني أنه يتأثر فقط بالقوى النووية الضعيفة والجاذبية!

وبالنسبة للقوة النووية الضعيفة، فمجالها شديد الصغر، فبالتالي ليس لها تأثير يذكر عليه، والجاذبية تأثيرها يكاد يكون منعدم في المستويات الذرية. إذا معنى ذلك أنه -عمليًا ونظريًا- لا يتأثر بأي قوى فيزيائية!

إذا معنى ذلك أن ذلك النيوترينو يعبر من خلال أي جسم وأي مادة بدون أن نشعر به، ولا يتأثر بأي شيء إطلاقًا، كأنه ليس موجودًا!

في الواقع أنه حتى وأنت جالس لتقرأ الأن، هناك الملايين من النيوترينو تعبر من خلال جسدك وأنت لا تلاحظ!



ذلك النيوترينو يتكون من التفاعلات النووية، وعلى الأخص (الانهيار الإشعاعى Radioactive Decay) الذى يحدث بداخل المفاعلات النووية العملاقة.. مثل الشمس مثلًا.

إذن معنى ذلك أن الشمس في كل ثانية تطلق علينا مليارات من النيوترينو تعبر من خلال كوكبنا وتظل مسافرة في الفضاء لا يقدر شيء على أن يوقفها.. حتى يمكنك أن تتخيل، كل سنتيمتر مربع من الأرض يكون مواجهًا للشمس، يعبر من خلاله أكثر من 65 مليار نيوترينو في الثانية الواحدة! أعرف أعرف.. رياضيات تدير الرؤوس! دعونا من كل هذا.

المهم أن اللبتونات أيضًا تكون لها لبتونات مضادة.. بمعنى أنه عند إنتاج كل لبتون يتم إنتاج لبتون مضاد معه.

عند تكوّن الإلكترون، يتكون معه (بوزيترون Positron) الذي هو إلكترون مضاد.. موجب الشحنة.

فكروا في الاسم.. (بوزى-ترون أو Positive-Tron).. ترون-موجب.

ولكل نيوترينو يتم إنتاجه من الطاقة يتم إنتاج نيوترينو مضاد.. متعادل الشحنة أيضًا.

فكروا في ذلك الاسم أيضًا.. (Neutral-Trino).. أو (Neu-Trino).. نيو-ترينو.

ترينو-متعادل.

عقولكم ذابت من التفكير، هه؟

أهنئكم لو استطعتم فهم ما شرحناه هنا؛ لأنه يعتبر أساس الفيزياء الجسيمية أو دون الذرية Particle Physics، والتي تعتبر من أصعب فروع الفيزياء وأكثرها تعقيدًا.



المهم.. قد شرحنا كل هذا حتى يمكننا أن نصل مع بعض لاستنتاج أن كل جسيم من الذرة تم إنتاجه من الطاقة التي تواجدت لحظة الانفجار الكبير، تم إنتاج جسيم مضاد معه.

وما كان يحدث بعد ذلك هو أن الجسيمين يتصادمان مع بعضهما، ويتلاشيان تمامًا.

مثل تلك الحسبة الرياضية البسيطة.. [واحد+سالب واحد=صفر].

إذن معنى ذلك أنه في الحقبة الأولية من زمن الكون أو حقبة بلانك، كانت الطاقة اللانهائية وقتها تنتج تلك الباريونات واللبتونات بشكل لانهائي.. صحيح؟؟

ومعنى أنه يتم إنتاج باريونات ولبتونات أنه بالتأكيد يتم إنتاج باريونات ولبتونات مضادة معها بنفس العدد في نفس الوقت.

إذن طبقًا لذلك وبحسبة فيزيائية ورياضية بسيطة، كل تلك الأجسام والأجسام المضادة ستنجذب لبعضها وتنفجر وتتلاشى في نفس ذات اللحظة التي ستولد فيها.

إذن معنى ذلك بالتالي أنه لم تكن تلك الجسيمات الذرية ستتواجد من الأساس!

لو كانت قوانين الفيزياء صحيحة في هذه الحالة، إذن فالمادة لم تكن لتتكون بشكلها الحالي.. لم يكن ذلك الكون بذراته ونجومه وكواكبه وأقماره ليكون موجودًا الآن.

إذن فهناك شيء لا نفهمه بالضبط.

هناك حلقة مفقودة!

ΙΕΑΔΦ



-4-

[$E = mc^2$]

كما قلنا من قبل.. الكون في حقبه بلانك كان يتمدد ويتوسع بسرعة أكبر من سرعة الضوء..

وذلك كان في مرحلة يسمونها مرحلة (التضخم الكوني Cosmic Inflation).. حدثت تلك المرحلة بالضبط بعد حوالي (10^{-37}) من الثانية من الانفجار الكبير.. حوالى عشر وحدات بلانك تقريباً.

وكما قلنا.. في تلك المرحلة، كان الكون كله عبارة عن بحر كبير جدًا من الطاقة الصافية، ولم يكن يحتوي على جزيئات ولا جسيمات بعد.

ثم بدأت البلازما في التكون بعد ذلك.. بلازما الكواركات والجلونات Quark-Gluon Plasma.

ذلك معناه أن الكواركات والجلونات -(الجلونات بالمناسبة هي الجسيمات المسؤولة عن نقل القوة النووية الكبيرة)- كانت مضغوطة، وحرارتها كبيرة لدرجة أنها كانت مندمجة مع بعضها في صورة بلازما.

ثم بعد ذلك بدأت الحرارة في الانخفاض بنسبة بسيطة، وبدأ تكون الجزيئات الذرية.

معادلة أينشتاين التي يعرفها أي طفل ($E=mc^2$) تقول أن الطاقة تتحول لمادة، والمادة تتحول لطاقة، وهذا بالضبط هو ما كان يحدث في أول أجزاء من الثانية في عمر الكون.

كما قلنا، بدأت الكواركات تتجمع وتتكون معها كواركات مضادة، وبدأت اللبتونات تتكون سواء كانت إلكترونات أو نيوترينو، وطبعًا



بما أنه يتم خلق وحدات من المادة، إذن فلا بد أن يتم خلق وحدات من المادة المضادة معها.

وبذلك بدأ يتكون مع كل باريون باريون مضاد، ومع كل لبتون لبتون مضاد. الأجسام وأجسامها المضادة كانت تظهر في كل وحدة بلانك في كل مكان في الكون وقتها.. تظهر وتختفي في نفس اللحظة.. تتلاشى مع بعضها بسبب طبيعتها المعكوسة.

وطبعًا بسبب الحرارة والطاقة والضغط شديدي القوة، كانت الجسيمات تتحرك بسرعات عملاقة يسمونها (السرعات النسبية Relativistic Speeds)، وبسبب نفس الحرارة والضغط والسرعة الرهيبة لم تكن تستطيع الهروب من بعضها، فكانت تتصادم مع بعضها وتنفجر ويحولها ذلك لطاقة.. كل جسم كان يتصادم مع جسمه المضاد وينفجر ويتلاشى.

جميل.. إذن معنى ذلك أن الكون وقتها كانت تتكون فيه الجسيمات الذرية في كل لحظة وتتدمر بمعدل ثابت وتتحول لطاقة.. بالضبط مثلما لو قلت لك (واحد)، وقلت أنت لي في نفس اللحظة (سالب واحد).. إذن سيكون الناتج صفر في نفس ذات اللحظة.

ثم ماذا؟ يعني ذلك أنه لن تتكون أي جسيمات! وأن الكون يتكون ويتلاشى في نفس اللحظة! لو بقي الأمر كما هو، فإنه لن يكون هناك كون ولا جسيمات ذرية في النهاية!

إذا ما الذي حدث؟؟

حدث شيء غريب جدًا.. شيء يدعى بالـ(باريوجينيسيس Baryogenesis).



عامل مجهول وقوة مجهولة خرقت قانون الرقم الباريوني Baryon Number، وجعلت قدرًا صغيرًا جدا جدا جدا من الكواركات واللبتونات العادية تتكون أكثر من الكواركات واللبتونات المضادة!

عامل مجهول تمامًا ولا نستطيع تفسيره، ولذلك فالعلماء يسمون تلك اللحظة بالـ(Baryogenesis).. بمعنى (خلق الباريونات)!

ΙΕΑΔΦ

لحظة الخلق.. لحظة الحسم.. اللحظة التي تقرر فيها مصير الكون كله وكل مستقبله ومستقبل الكواكب والنجوم والمجرات.

تلك اللحظة هي اللحظة الحاسمة التي حدثت في واحدة من وحدات بلانك الأولى بعد الانفجار الكبير.. اللحظة التي قال فيها الله للكون (كُن).. فـ كان!

عامل مجهول أو قوة مجهولة لا نعرفها ولا يمكننا استيعابها جعلت الصراع الذي كان يحدث بين المادة والمادة المضادة ينحسم.

كما قلنا، كانت الجسيمات والجسيمات المضادة تتكون من الطاقة الصافية بمعدل ثابت طبقًا لمعادلة أينشتاين ($E=mc^2$)، وبكميات متساوية، وكانت تلك الكميات المتساوية تتصادم مع بعضها وتتلاشى وتعود مرة أخرى لصورة الطاقة الصافية في نفس اللحظة.

لكن تلك القوة المجهولة جعلت المادة العادية الموجبة تتفوق على المادة المضادة سالبة الشحنة.

حتى يمكنني إيضاح ما حدث، تخيلوا معي أنه لكل مليار جسيم من المادة المضادة يتم خلقه، يتكون على الناحية الأخرى مليار وواحد من المادة الطبيعية العادية! هل تستوعبون عظمة الخلق!؟



كل جسيم إضافي متبقي من المادة، ينجو من التحول لطاقة في كل أنحاء الكون، وبمعدلات لانهائية.

ذلك الجسيم الإضافي من المادة الذي يتكون مع فناء كل مليار جسيم من المادة والمادة المضادة، هو الذي خلق منه الكون كله، بكل الجسيمات الذرية الموجودة فيه، وكل الكواكب والنجوم والمجرات والنيازك والمذنبات والأقمار والغازات!

كل ذلك من جسيم إضافي واحد فقط!

تلك هي عظمة الخالق.

تلك الجزيئات الناجية التي بدأت تتكون، هي التي كوّنت كل شيء نعرفه بعد ذلك مع مرور الوقت.

تكون منها كوننا وكل شيء نراه عندما ننظر إلى السماء أو الأرض أو أي ركن تقع عليه أعيننا.

تكونت منها حياتنا.. أحلامنا.. طموحاتنا.. أفكارنا.

كل شيء!

كل شيء من لا شيء!

عدم.. إلى حياة!

لا وجود.. إلى نظام وفوضى!

وكل ذلك حدث وقتها..

في اللحظة الأولى!

ΙΕΑΔΦ



-5-

مـا بـعـد زمـن بـلانـك

بعد المعركة.. كان الكون يعج بالجسيمات الذرية الأولية.

بعد الإبادة الجماعية التي حدثت لجسيمات المادة المضادة، تبقت جسيمات أولية من المادة العادية التي نعرفها.

وعندها جاء وقت بناء الكون.

كانت الحرارة عالية جدًا وقتها، وكان التوسع في الفضاء والمساحة يحدث بسرعة مذهلة أكبر من سرعة الضوء.

المساحة نفسها Space كانت تُخلق وتحل محل العدم.. الفراغ نفسه كان يتكون! وداخله كان يوجد حساء ساخن من الجسيمات الأولية ذات السرعات غير ممكنة الاستيعاب -وهي التي يسمونها السرعات النسبية Relativistic Speeds- وحرارتها شديدة السخونة.

عندما كان عمر الكون ثانية واحدة، كانت الجسيمات الموجودة فيه مختلفة تمامًا عن ما نراه اليوم.

لم يكن قد خلق بعد أي شيء حولنا يمكننا التعرف عليه.. لم تكن هناك حتى ذرات!

ولكن بعدها، بدأ كل ذلك يتغير..

الحرارة بدأت تقل حتى وصلت لحوالي مليار أو ألف مليون درجة كلفينية، وبعدها بدأت سرعة تلك الجسيمات الأولية تقل.. وتقل..



السرعات النسبية العالية جدًا للجسيمات بدأت تنخفض، ومعها بدأت الجسيمات الأولية -التي هي النيوترونات والبروتونات- تتجمع مع بعضها وتكوّن أنوية الذرات.

أول نواة تكونت كانت نواة الهيدروجين.. أبسط عنصر ذرى معروف في الكون.

وبعدها، في خلال الثلاث دقائق الأولى من عمر الكون، بدأ الاندماج بين النيوترونات والبروتونات -الذي حدث بسبب انخفاض السرعة- يكوّن أنوية عناصر أخرى.. الهيليوم والليثيوم.

تلك هي المرحلة التي يسميها نموذج الانفجار الكبير بـ(مرحلة تكون الأنوية Big Bang Nucleosynthesis).

في كل ركن من ذلك الكون المتوسع كانت تتكون الأنوية.. أنوية فقط.. بمعنى بروتونات ونيوترونات فقط.. ولم تكن الإلكترونات قد اندمجت معها بعد، بسبب أن الحرارة كانت عالية جدًا، ولم تكن قد قلت بالحد الكافي الذي يسمح لسرعة الإلكترونات بالانخفاض لدرجة تسمح باندماجها مع الأنوية.

كما نعرف جميعًا، حجم الإلكترون صغير جدًا بالمقارنة مع أحجام البروتونات والنيوترونات على المستوى الذري، ولذلك فإن الحرارة تؤثر فيه بشكل أكبر، ولذلك أيضًا يحتاج لوقت أطول حتى يمكن لسرعته النسبية أن تقل للحد الكافي الذي يسمح له بالاندماج مع الأنوية وتكوين الذرة.

وقت أطول من اللازم.

في الواقع، ذلك الوقت كان حوالى 379000 سنة!

فترة طويلة.. صحيح؟؟



لكن في النهاية، وبعد كل الوقت الذي استغرقته الإلكترونات حتى يمكن لسرعتها أن تقل، بدأت تندمج مع الأنوية، ومع اندماجها لتكوين ذرات الهيدروجين أنتجت إشعاعًا ضخمًا في كل مكان من الكون، ناتجًا من ذلك الاندماج النووي الحادث.

وانطلق ذلك الإشعاع عبر الكون، مسافرًا في كل مكان حرفيًا.

مسافرًا حتى التقطه عالمان شابان من نيو جيرسي بعدها بـ 13.7 مليار سنة!

ذلك هو الإشعاع الذي تكلمنا عنه من قبل.. (إشعاع المايكروويف الكوني Cosmic Microwave Background Radiation) أو (C.M.B).. هل تذكرون؟؟

ΙΕΑΔΦ

«حتى حل يوم 20 مايو سنة 1964، وبفضل جهود (أرنو بينزياس Arno Penzias) و(روبرت وودرو ويلسون Robert Woodrow Wilson) تم اكتشاف الشيء الذي كان بمثابة الضربة القاضية لنظرية الحالة الثابتة.

(خلفية إشعاع المايكروويف الكوني Cosmic microwave background Radiation)، أو ما يختصرونه بـ (.C.M.B)»

ΙΕΑΔΦ

حدث الأمر كله بالصدفة..

كانا في ذلك اليوم يمارسان عملهما بمنتهى التركيز.. عملهما الذي كان التقاط إشارات الراديو المنبعثة في أنحاء المجرة كلها.. لكن المشكلة كانت في أنهم عندما يوجهون المستشعرات أو الـSensors التي



يستعملونها إلى أي مكان، فإنها كانت تلتقط صوت هدير غريب المصدر.

في البداية ظنوا أن معداتهم بها مشكلة.. يمكن على سبيل المثال أن يكون طائر أو حيوان قد قضى حاجته فوق هوائي الراديو، ولذلك يلتقط الأخير صوت الهدير الغريب هذا.. كان الأمر محتملًا ولا يمكن تجاهله.

خرجا وقاما بإصلاح الهوائي وتنظيفه، وجربوا مرة أخرى، ليلتقطوا نفس الصوت.. وعندها أدركا أنهما أمام اكتشاف أسطوري!

وقتها قال أحدهما للآخر تعليقًا شديد الطرافة، قال أنهما قد اكتشفا شيئًا من اثنين لا ثالث لهما.. إما تأثير فضلات الطيور، وإما سر الخلق!

ويا لفرحتهم عندما تأكدا أنهما فعلا قد اكتشفا الدليل الحي على صحة نظرية الانفجار الكبير.. طبعًا جائزة نوبل التي تقاسماها مع بعضهما كانت أقل تقدير يمكن أن يتم تكريمهم به؛ فقد كانت تلك واحدة من أكبر الخطوات في طريق العلم في القرن العشرين.

ولكن لحظة!

تعالوا لنرجع معًا في الزمن إلى الوراء.. نعود حوالي 13.7 مليار سنة..

ما الذي حدث في الكون بعدما بدأت الإلكترونات السالبة في الاندماج مع الأنوية الموجبة لخلق ذرات متعادلة في الكون؟؟

ما الذي حدث بعد تكون الذرات؟؟

حدثت الألعاب النارية!

ΙΕΑΔΦ



تخيل معي ذلك المشهد القادم..

أنت تطير مسافراً عبر الفضاء، تطير منذ حوالي 13.7 مليار سنة في الماضي..

ما الذي تراه؟؟

نجوم؟؟ لا.. غير صحيح..

لم يكن هناك أي شيء..

كيف؟؟

دعني أخبرك..

بعد اندماج الإلكترونات مع الأنوية وتكون الذرات، كان الكون غير مرئي!

كيف؟؟ لأنه لم تكن هناك ذرات أصلًا!!

كانت هناك أجزاء الذرات فقط وليس الذرات نفسها.

إذن ما تراه أنت أمامك الآن هو مجرد سحابة شفافة لونها لبني.. مثل اسم مجرتنا.. (الطريق اللبني Milky Way).. ألا يذكرك هذا بشيء؟؟ لابد أن يقرع بعض الأجراس..

بالضبط.. هذا هو شكل الكون كله قبل 13.7 مليار سنة.. لحظة البداية.

مجرد سحابة شفافة لبنية اللون مليئة بالشرارات الكهربية الناتجة من الاندماجات النووية التي تحدث.

وبعدها؟؟



بعد تكون ذرات الهيدروجين، وبعدها الهيليوم، وبعدها -بشكل أقل- الليثيوم، بدأت سحب من تلك الغازات في التكون، ثم بدأت تلك السحب في التجمع مع بعضها.. ومع تجمعها وزيادة كتلتها بدأت تكتسب كثافة.

و مع الكثافة بدأ وزنها يزيد، وجاذبيتها تزيد، فبدأت تجذب لها سحب أخرى من غازات أخرى، وتدور حول مركزها في شكل دوامة كونية مهيبة، وهي تجذب المزيد والمزيد من سحب الغازات.

هل ترى المشهد؟

هل ترى ما يحدث؟؟

ركز في المشهد القادم؛ لأنه أروع وأجمل مشهد كوني يمكن أن تراه في حياتك.. لحظة مولد أول نجوم في عمر الكون.. لحظة مولد الضوء ذاته.

فجأة، وبدون سابق إنذار، انفجرت من وسط ذلك الظلام الكوني المهيب ملايين الأضواء النابعة من ملايين النجوم التي وُلدت في نفس اللحظة.

أكبر وأروع مشهد ألعاب نارية يمكن أن تراه في حياتك.

في كل نقطة في الكون كانت هناك شمس تسطع وتشع نورها وضوءها فجأة.

فجأة، الكون المظلم أصبح مضيئًا بملايين النجوم.. وأنت تسبح بداخله.. لفترة طويلة للغاية.



وفي زمن ما، ومكان ما من الكون الواسع، بدأت سحب وكتل صغيرة من الغازات والأتربة تتجمع مع بعضها وتجذب لها المزيد من السحب والغازات.

حتى ولدت شمس صغيرة دافئة، مألوفة لنا جميعًا..

وبعدها بدأت الكواكب في التكون.. والانفجار.. والتصادم.. والاندماج.. حتى جاء كوكبنا..

ومعه وُلدنا جميعًا.. وتحددت حيواتنا ومصائرنا..

كل شيء يجعلنا بشرًا..

الذرات التي في أجسامنا.. المجوهرات التي نلبسها.. الماء الذي نشربه..

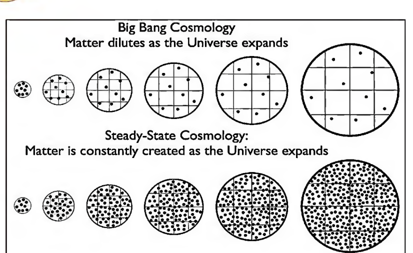
كل الأشياء التي خلقت حياتنا بكل ما فيها من أحداث.. كل شيء نتخيله مهما كان..

كل ذلك بدأ منذ 13.7 مليار سنة..

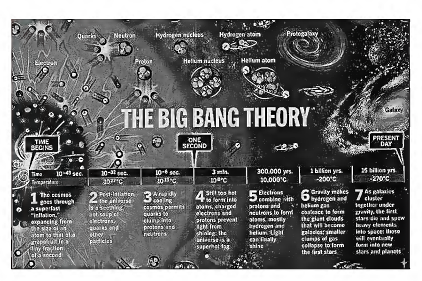
عند زمن بلانك!

IEAΔΦ





(رسم توضيحي للفرق بين نظرية الحالة الثابتة ونظرية الانفجار الكبير)



(توضيح لشكل نموذج الانفجار الكبير)

Red and Blue Shifting..

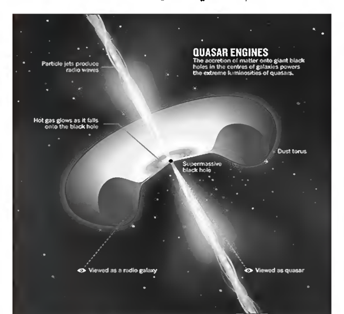
Distance related and true Doppler

Red shift

Blue shift

Distance

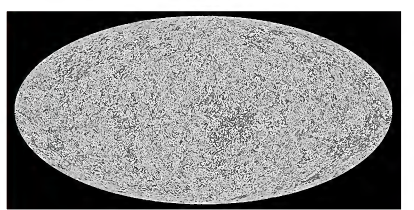
(رسم توضيحي للانزياح الأحمر والأزرق)



(رسم توضيحي لكيفية تكون الكويزار)



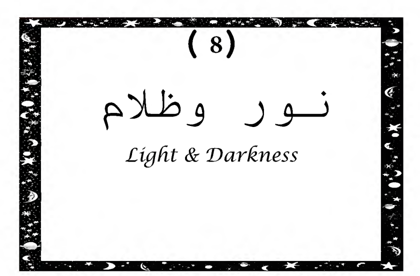
(صورة بالجرافيك للكويزار)



(صورة للكون بخلفية إشعاع المايكروويف الكوني)







(8)

نـــور وظلام

Light & Darkness



تـمـهـيـد

الكون..

الشيء الوحيد الذي كلما ظننّا أننا فهمنا فيه شيئًا، اتضح بعدها أننا لا نفقه أي شيء على الإطلاق..

الكون يتمدد من حوالي 13.7 مليار سنة..

لكن هناك شيء ما..

شيء غريب..

الملاحظات العلمية والنظرية كلها تؤكد أن الكون تمدد في النصف الأخير من عمره أكثر بكثير من النصف الأول!

هذا يعني أن سرعته تتزايد! فكيف!؟

هذا هو موضوعنا ها هنا..

ΙΕΑΔΦ



-1-

نــو ر

في خلال الـ13.7 مليار سنة منذ الانفجار الكبير تكونت المجرات..

وامتلأت تلك المجرات بالنجوم والكواكب والأقمار..

وفي خلال تلك الفترة كلها، الكون كان يتوسع.. حتى وصل لحجم خيالي لا يمكننا استيعابه..

نحن الآن نعرف أن الكون حجمه على الأقل 150 مليار سنة ضوئية! وما زال يتوسع..

في الواقع، الكون يمكن أن يكون لانهائي.. يمكن حرفيًا أن يظل يتوسع إلى ما لانهاية..

المشكلة أن الموضوع صعب التخيل.. الكون يمكن أن يكون لانهائيًا، بمعنى أن له بداية ولكن ليس له نهاية.. ولا يوجد شيء خارج مجاله، ولا مفهوم لتعبير (خارجه) في الأساس.

يعني ذلك أنه سيظل يتمدد إلى الأبد، والمساحة ستظل تُخلق إلى الأبد.. ومن الممكن أيضًا أن يكون مغلقًا على نفسه.

بمعنى مثلًا إنه مثل الدائرة في الهندسة ثنائية الأبعاد.. هناك مقولة شهيرة لا أذكر نصها تفترض باختصار أنك لو نظرت بعيدًا في اتجاه معين، وبافتراض أن نظرك ثاقب، فإنك سترى ظهرك وأنت تنظر إلى الأمام.. يذكرك هذا بالدائرة بشدة.. لو رسمت خطًا على إطارها بقلم رصاص، فإن نقطة بدايتك ستكون هي نفسها نقطة نهايتك.. كالحلقة المفرغة.



لو أخذنا تلك الدائرة ووضعناها في منظور ثلاثي الأبعاد، فعلامَ سنحصُل؟؟

بالضبط.. كرة.. ولو أضفنا لتلك الكرة بعد الزمن الرابع، فإنه ستتكون لدينا صورة تخيلية لكون منغلق على نفسه.. كون نقطة بدايته أو الانفجار الكبير هي مجرد نقطة في إطاره أو سطحه الخارجي أو مساحته في فضاء رباعي الأبعاد، وبدايته هي نفسها نهايته.

صوره غريبة بعض الشيء وتحتاج إلى تفكير عميق.

هل الانفجار الكبير أنتج كونًا لانهائيًا؟؟ بمعنى أنه يتوسع للأبد؟؟ يمكن أن لا نعرف إجابة ذلك السؤال في حياتنا كلها.. لكن ما نعرفه بشكل مؤكد هو أن الانفجار الكبير لم ينته بعد.. بمعنى أن الكون ما زال يُخلق حتى الآن! وما زال يتمدد.. عملية الانفجار مستمرة.

وواحد من أكثر الاكتشافات غرابةً وغموضًا في السنوات الأخيرة، هو اكتشافنا أن الكون سرعته في التمدد لا تقل كما كنا نظن طبقًا لقوانين الجاذبية ومعادلات أينشتاين Einstein و نيوتن Newton، بل أن سرعته في الواقع تتزايد!

كما نعرف جميعًا، الكتلة وكثافتها هما اللتان تخلقان الجاذبية في الفضاء أو الزمكان Spacetime طبقًا للنسبية العامة General Relativity، وذلك يعني أن كتل وكثافات تلك المجرات والكواكب والنجوم التي في الكون لها وزن كبير وثقيل جدًا لابد في يوم من الأيام أن يبدأ في خفض سرعة تمدد الكون، والتي نشأت أصلًا من الطاقة الرهيبة التي نتجت عن الانفجار الكبير.. حتى لو لم نرصد ذلك التباطؤ التدريجي في سرعة التمدد، فإنه من المفترض -نظريًا- أنه يتباطأ؛ طبقًا لأبسط القوانين الفيزيائية.



تعالوا نبسط الأمر أكثر بمثال.. تخيل معي أنك تقف وأمامك سيارة صغيرة..

تخيل أنك تريد أن تدفع تلك السيارة عبر طريق صاعد بقوة جسدك فقط.. ما الذي سيحدث؟؟

بالضبط.. فور أن تبدأ في دفعها سيكون جسدك وعضلاتك قد بذلا طاقة مبدئية كبيرة جدًا حتى يتمكنا من تحريك السيارة من وضعها الساكن، وإدخالها في مرحلة الحركة Motion State.. وبعد أن تبدأ السيارة في التحرك سيكون من الأسهل نسبيًا دفعها.. وعندها ستبدأ في الدفع بقوة أكبر وأكبر، حتى يمكنك التغلب على قوة الجاذبية التي تحاول جذب السيارة للأسفل، وأنت تستهلك طاقة جسدك.. حتى تقل طاقة جسدك، وتتعب، ولا تعود قادرًا على مواصلة الدفع.. عندها ستتركها وتبتعد عن طريقها.. وماذا سيحدث؟؟

بالضبط.. ستتوقف السيارة تمامًا للحظة، ثم تعمل قوانين الجاذبية الطبيعية بعد زوال العامل المؤثر (الذي هو أنت وقوة جسدك) وتبدأ السيارة في السقوط إلى الخلف مرة أخرى؛ لأنك كنت تدفعها على طريق صاعد.

هل تتخيل معي؟؟ جميل جدًا..

طبِّق ذلك على الكون.. تخيل أن الكون هو تلك السيارة، وأن جسدك والطاقة التي بذلها هو الانفجار الكبير والطاقة التي نتجت عنه.

تلك الطاقة ستظل تدفع الكون للتمدد مقاومةً قوة جذب نقطة مركز الانفجار، وذلك حتى حد معين تنتهي عنده تلك الطاقة تمامًا، وعندها سيكون من الصعب جدًا عليها دفع الكون كله بكل مجراته



وكواكبه ونجومه وأقماره التي يحويها، حتى تجيء اللحظة الحتمية ليتوقف التمدد تمامًا، ويضحي الكون ثابتًا.

بالضبط كما تخيله أينشتاين سنة 1917 عندما قام بوضع نظرية النسبية العامة General Relativity، وبعدها اكتشف أنه كان مخطئًا بشدة عندما رصد إدوين هابل Edwin Hubble الانزياح الأحمر Redshifting للمجرات، وأنها في الواقع تبتعد عنا، وأن الكون في توسع مستمر.. تكلمنا عن كل ذلك من قبل في المقال السابق، فلن نشرحه من جديد.

المهم، أقول أن الكون سيأتي عليه وقت ويضحى ثابتًا.. لكن هل سيظل على تلك الحالة؟؟ الإجابة هي كلا بالطبع.. لا شيء يظل على حالة في ذلك الكيان الفريد.

نحن متفقون على أن الكون هو عبارة عن زمكان Spacetime، وأن الزمن نفسه خطي؛ بمعنى أنه كلما كان الجسم بعيدًا عنا في المكان، كلما كان بعيدًا في الزمن أيضًا.. تذكروا شرحنا للنسبية جيدًا.

جميل.. تعالوا إذًا نتخيل الزمن كخط.. مثل هذا:

[______________________________]

تعالوا لنعتبر أن بداية الخط هي نقطة الانفجار الكبير الذي هو ما زال يحدث حتى الآن زمكانيًا، وأن نهاية الخط هو مكاننا نحن الآن، والمدى الذي وصله الكون في التوسع.

نهاية الخط بناءً على ذلك ستكون الكون في مرحلة التوسع الحثيث جدا، والذي يليه مباشرة الثبات.. بمعنى أن الكون ثابت في نهاية الخط.

جميل.. انظر إلى الخط جيدًا، وركز معي..



نقطة الانفجار الكبير -التي هي على أول الخط أو بدايته- هي النقطة التي جاءت منها كل المادة وكل الكون الذي نعرفه.. نحن نتفق على ذلك.

معنى ذلك أن كتلتها وكثافتها، وبالتالي وزنها، أكبر بكثير جدًا من وزن الكون الثابت كله -الذي هو على نهاية الخط- والدليل أنها ما زالت تخلق المساحة حتى الآن، وذلك بالتالي يعني أنه عند توقف الكون عن التمدد فإنه لابد أن ينجذب لنقطة البداية من جديد.. أليس كذلك؟؟

حتى نقرب الأمر بمثال، تخيلوا معي أن ذلك الخط الذي رسمناه مائل بعض الشيء إلى اليسار بسبب شخص يضغط بيده على طرفه الأيسر، وأن فوق طرفه الأيمن قطعة كبيرة من الحديد.. قمنا نحن بعدها بوضع كرة صغيرة عليه، وتخيلنا أن تلك الكرة ترمز لتوسع الكون.

طالما كان الخط مائلًا نحو اليسار، ستظل الكرة تتدحرج نحو اليسار، وسيظل الكون يتوسع، حتى يرفع الشخص يده الضاغطة على الطرف الأيسر، و تنتهي الطاقة التي تجعل الخط مائلًا نحو اليسار، وعندها سيعود الخط إلى حالة الاستقامة للحظة، وتتوقف الكرة عن التدحرج، والكون عن التوسع.. ثم -بسبب وجود قطعة الحديد الكبيرة على الطرف الأيمن، والتي ترمز لكتلة وكثافة مركز الانفجار الكبير والكون- يميل الخط نحو اليمين، وتبدأ الكرة في التدحرج عائدة إلى اليمين، بمعنى أن الكون ينهار جاذبًا نفسه إلى نقطة البداية مرة أخرى!



شيءً يذكرنا بمولد النجوم وموتها بسبب انتهاء الوقود الهيدروجيني، ويجعلها ذلك تنسحق تحت تأثير جاذبيتها الخاصة.. شرحنا ذلك من قبل في المقال الخامس.. الجاذبية تفوز دومًا.

إذا -طبقًا لما سبق- الكون سيبدأ في الانهيار على نفسه، حتى يعود لنقطة البداية -أو مركزه ونقطة الانفجار الكبير- مرة أخرى، وبالتالي يحدث خلل جديد يؤدي لانفجار كبير آخر يخلق كونًا جديدًا، يبدأ بدوره في التوسع حتى تنتهي طاقته، وبالتالي يبدأ في الانهيار على نفسه عائدًا لنقطة البداية مرة أخرى.. وهكذا..

بالضبط مثل النبضات Pulses.

يمكن طبقًا لذلك الافتراض أن يكون كوننا هو مجرد واحد من الأكوان العديدة التي تكونت بنفس الكيفية.

فكرة رهيبة ومعقدة وليست سهلة الاستيعاب، ولكن طبقًا لقوانين أينشتاين والنسبية وتعريفها الدقيق للجاذبية كنا نظن ذلك جميعًا.

حتى وقت قريب..

ΙΕΑΔΦ

تعالوا نتفق على شيء..

لا شيء في العلوم كلها يحيرنا ويشعرنا بالغباء والعجز والغموض كلما اكتشفنا فيه شيئًا جديدًا أكثر من الفيزياء، وبالخصوص الفيزياء الكونيةAstrophysics .

أيام أينشتاين Einstein ونيلز بور Neils Bohr ونيوتن Newton وهايزنبرج Heisenberg كانت بمثابة عصر النور والضوء في علوم



الفيزياء؛ لأن علمنا فيها كان محدودًا، ووضعونا هم على بداية الطريق.

تخيل مثلًا أنك تنظر إلى ذرة رمال.. أنت في عقلك تعرف أنك تنظر إلى ذرة رمال، وتشعر بالعلم وبأنك متطور وذكي لأنك تعرف أن تلك ذرة رمال.

لكن ماذا لو بدأت تنظر بعمق أكثر وتقترب أكثر من ذرة الرمال تلك؟؟

ماذا لو بدأت تغوص وتتعمق في العلم حتى تقرب أكثر من الحقيقة؟؟

ستجد عندها أن الأمور تعقدت وبدأت تتشابك بشكل كبير.. وقت أن تبدأ في الاقتراب من ذرة الرمال تلك، فإنك ستكتشف أنها ليست صلبة كما كنت تعتقد..

بل هي تتكون من إلكترونات ونيوترونات وبروتونات..

وكلما غُصت أكثر، كلما تعقدت الأمور أكثر؛ لأنك في الواقع ستعرف أن تلك الإلكترونات والنيوترونات والبروتونات تتكون بدورها من لبتونات وكواركات Quarks & Leptons.

وماذا لو غُصت أكثر؟؟

ستعرف أن مكون كل ذلك هو الطاقة، حسب معادلة أينشتاين:

$$[E=mc^2]$$

وماذا لو غصت أكثر وأكثر وأكثر؟؟

ماذا لو تعمقت بنظرك إلى المالانهاية؟؟



ستكتشف أنك فعلًا لا تعرف أي شيء، وأن الله فعلًا من رحمته بنا أنه جعلنا لا ندري إلا أقل القليل، بل وأقل من ذلك؛ لأن عقولنا غير مؤهلة لاستيعاب كل ذلك.

ولو حاولنا، سنقترب من الجنون بسبب كثرة العلم الذي لا تقدر عقولنا على استيعابه.. تلك أصبحت قاعدة.

كلما تعمقنا أكثر في الفيزياء، كلما اكتشفنا أن علمنا قليل جدًا، وأننا لا ندري حتى ربع الحقيقة.

وتدريجيًا يبدأ نور العلم الذى في عقولنا في الخفوت، حتى ينطفئ تمامًا.

ويبدأ عصر الظلام.. والغموض..

وموضوع تمدد الكون هذا هو خير مثال على ذلك..

IEAΔΦ



-2-

ظلام

..1998

كانت تلك هي السنة التي تلقت فيها مفاهيمنا صدمة كبيرة جدًا!

في ذلك الوقت، مرصد هابل الفضائي **Hubble Space Telescope** أو (HST) اكتشف من خلال متابعته لانفجارات السوبر نوفا (أو التي يسمونها Supernovae) البعيدة جدًا، أن الكون -منذ زمن بعيد جدًا- لم يكن يتمدد بمعدل أسرع مما نراه الآن كما كنا نظن!

بل بالعكس!

اكتشفوا أن سرعة تمدد الكون منذ زمن بعيد كانت أقل بكثير من سرعة تمدده في زمننا الحالي!

بمعنى أن سرعته لا تقل بسبب تأثير الجاذبية الشديد عليه كما كانت تعتقد كل عقول الفيزياء في العالم وقتها، بل هي تزيد **Accelerating** في الواقع!

صدمة كبيرة جدًا حدثت وقتها في الأوساط الفيزيائية.. لا أحد كان يعرف كيف يفسر ذلك!

لم يكن يتوقع أحد ذلك، ولم يستطع أحدهم تفسيره، ولكنه كان حقيقيًا، وكان يسببه شيء ما.. شيء غامض.

تخيل أنك طوال حياتك كنت تدرس قوانين فيزياء معينة وتنبهر بها وتعطيك أدق النتائج على مستوى الكون كله، ثم فجأة وبلا مقدمات

اكتشفت في داخل نفس الكون الذى تستخدم قوانينك تلك لأجل استكشافه شيئًا قلب قوانينك كلها رأسًا على عقب!

شيء غير متوقع إطلاقًا.. يمكن أن يذكرنا بعض الشيء باكتشاف الثقوب السوداء Blackholes.

نفس الصدمة بالضبط..

كيف يمكن أن تتزايد السرعة!!؟؟

ذلك يخالف أبسط قوانين الجاذبية والميكانيكا التي تم اكتشافها بداية من زمن نيوتن Newton، وانتهاءً بأينشتاين Einstein!

ظل الفيزيائيون يفكرون كثيراً جدًا، حتى توصلوا لثلاثة أنواع، أو ثلاثة تفسيرات مختلفة للموضوع.

يمكن أن يكون ذلك واحدًا من التأثيرات المذكورة في واحدة من افتراضات أينشتاين غير المهمة وغير المطروقة منذ زمن بعيد.. افتراض يتكلم عن ما يدعى بـ(الثابت الكوني Cosmological Constant).

أو هو نوع غريب من الطاقة شبه السائلة Energy-Fluid يملأ الفضاء كله.

أو ربما كانت هناك غلطةٌ ما في نظرية أينشتاين عن الجاذبية، أو النسبية العامة General Relativity، وربما كنا بحاجة إلى نظرية جديدة تصف حقل طاقة من نوع ما هو الذي يؤدي لذلك التسارع الكوني الغامض.

الفيزيائيون النظريون حتى الآن لا يفقهون حلًا، ولا يعرف أحدهم إجابة لتلك الأسئلة، ولكنهم أطلقوا على ذلك الحل المنتظر اسمًا فريدًا يعبر عن شعورهم ببلاغة مطلقة.



اسم (الطاقة المظلمة Dark Energy).

IEAΔΦ

الذي لا نعرفه عن ذلك الأمر أكثر بكثير جدًا مما نعرفه بالفعل.

مثلًا، نحن نعرف كميتها أو مقدارها بناءً على أرصاد التليسكوبات للكون المرئي والحسابات الرياضية لتلك الأرصاد، بمعنى أننا نلاحظ تأثيراتها على توسع الكون، ثم نقوم بحساب مقدارها رياضيًا.

إذًا ما هو مقدارها أو نسبتها الرياضية؟

ما يقرب من 68% من الكون هو طاقة مظلمة Dark Energy، وحوالي 27% منه شيء يسمونه بالمادة المظلمة Dark Matter.. سنتكلم عنها لاحقًا.

بينما الباقي، الذي هو كل تلك المادة التي نراها، سواء على الأرض من بحار ومحيطات وغابات ومعادن، أو في الكون من نجوم وكواكب وأقمار وغازات وأشعة، وكل ما نقدر نحن على رصده بتكنولوجياتنا الحالية، هو يشكل 5% فقط من الكتلة الإجمالية للكون!

هل تتخيلون النسبة!؟

المادة العادية الطبيعية التي ندرك نحن جزءًا منها، ولا نقدر على رؤية بقيتها لأنه بعيد عن موقعنا في الكون بشكل لا يمكن استيعابه، هي 5% فقط!!

بناءً على ذلك، من المفترض ألا نطلق عليها لقب المادة الطبيعية؛ فهي 5% فقط من الحجم! بذلك يكون ما نراه هو المادة الغريبة، والباقي هو الكون الطبيعي!

شيءٌ يدير الرؤوس!



واحد من التفسيرات التي تم تقديمها للطاقة المظلمة Dark Energy تلك، يفترض أنها واحدة من مميزات وخصائص الفضاء -لاحظوا اللفظ- الفضاء وليس الفراغ.

ألبرت أينشتاين Albert Einstein كان هو أول من لاحظ أن الفضاء الخالي هو ليس مجرد فراغ، بل له مميزات مذهلة لم نكتشف ربعها بعد. من تلك المميزات على سبيل المثال خاصية فريدة تقول أنه من الممكن أن يتم خلق المزيد من الفضاء Space في أي وقت.. كما قلنا من قبل، الانفجار الكبير ما زال يحدث حتى الآن، وحتى الآن ما زالت هناك مساحة Space يتم خلقها.

ذلك الافتراض يستعمل واحدة من صور وافتراضات نظريات الجاذبية لأينشتاين، وهي الفرضية النظرية التي تحتوي على الثابت الكوني Cosmological Constant، والتي تقدم تفسيرا غريباً بعض الشيء.

تقول تلك الصورة أن (الفضاء الخالي Empty Space) ليس فراغًا، بل يحتوى على طاقة خاصة به؛ لأن الطاقة هي خاصية من خواص الفضاء نفسه.

وتلك الطاقة لا تقل كما يمكن أن نظن مع خلق الفضاء، بل تظل ثابتة؛ وذلك لأن الفضاء الجديد الذي يتم خلقه يأتي ومعه طاقته الخاصة التي لا نستوعبها، ونتيجةً لذلك ولخلق المزيد من الفضاء في كل لحظة، فإن الطاقة التي يحتوى عليها الفضاء تزيد.. وكنتيجة لذلك أيضًا، يسبب ذلك النوع من الطاقة توسع الكون بصورة متزايدة.

بمعنى أن الفضاء مثلًا هو عبارة عن كوب فارغ، كلما ملأناه بالماء، كلما زاد حجمه ومساحته، وبالتالي تزيد سرعة علو مستوى الماء في الكوب حتى يمتلئ الكوب تمامًا، ومن ثم تبدأ المياه في التساقط من



حوافه لتحل محلها مياه جديدة.. تخيل أن ذلك الماء الذي في الكوب هو تلك الطاقة الكونية الغامضة.

لكن المشكلة التي تواجهنا في تلك النظرية منذ وقتها وحتى الآن، هي أن أحدًا لا يعرف ماهية ذلك الثابت الكوني، ولماذا هو موجود بالضبط!

كل شيء له فائدة.. الله لم يخلق الكون عبثًا.. جميعنا نعرف ذلك.. إذن فما فائدة ذلك الثابت بالضبط؟؟ ولماذا يسبب ذلك التوسع المحدد الذي نراه الآن؟ لماذا ليس أكثر ولا أقل؟؟

لا أحد يفهم، ولا يوجد من يستطيع التفسير..

تفسير آخر لكيفية تواجد طاقة حرة في الفضاء تقدمه افتراضات (النظرية الكمية للمادة Quantum Theory of Matter) أو ميكانيكا الكم Quantum Mechanics.

هل تذكرون قولنا أن واحدًا من افتراضات ميكانيكا الكم يقول أنه هناك أجسام افتراضية تظهر في كل مكان من الكون وتختفي في نفس اللحظة؟؟ واستخدم ستيفن هوكينج Stephen Hawking ذلك الافتراض بعدها في اكتشافه لإشعاعات هوكينج Hawking Radiation.

الاحتمالات اللانهائية لميكانيكا الكم.. في كل مكان في الكون -1] [0=1.. تكلمنا عن كل ذلك في المقال السادس.

فيزيائيو ميكانيكا الكم يفترضون أن تلك الأجسام هي الطاقة التي يحتوى عليها الفضاء.. ولكن عند محاولتهم لحساب مقدار تلك الطاقة ومقارنتها بالملاحظات العملية للطاقة المظلمة، كانت الإجابة خاطئة.. خاطئة جدا لو صح التعبير.



الرقم كان 10^{120}.. واحد وبجانبه 120 صفراً!

رقم مستحيل التخيل وبعيد جدًا عن الحقيقة.

من الصعب أن تحصل على إجابة على تلك الدرجة من الخطأ، ولكنه حدث، وما زال اللغز مستمراً.

تفسير ثالث يقول أن تلك الطاقة المظلمة Dark Energy تلك هي نوع جديد من الطاقة الحركية Dynamic Energy، أو حقل شبه سائل من الطاقة الحركية التي يكون تأثيرها على تسارع الكون هو عكس تأثير المادة الطبيعية والطاقة الطبيعية.

مبتكرو تلك النظرية سموها (كوينتيسينس Quintessence)، مثل اسم العنصر الخامس Fifth Element في الميثولوجيا والفلسفة الإغريقية.

لكن لو كانت تلك الكوينتيسينس أو تلك الطاقة الغريبة هي الحل، فنحن لا نعرف كيف يبدو شكلها بعد، بل -والأدهى- لماذا هي موجودة في الأساس!

إذًا ما زال اللغز مستمراً!

احتمال أخير هو أن نظرية أينشتاين عن الجاذبية خاطئة، ولكن ذلك لن يؤثر فقط على نظرتنا على تمدد الكون، بل سيؤثر في فهمنا للطريقة التي تتفاعل بها المادة الطبيعية وتتصرف في الكون بأكمله.. في كل تلك النجوم والكواكب والمجرات التي نراها.. ستتغير نظرتنا تمامًا للكون؛ لأن الفيزياء الحديثة كلها تقريباً مبنية على نسبية أينشتاين وميكانيكا الكم!



تلك النظرة يمكن أن تقودنا للتفكير في أن الحل هو نظرية جديدة تفسر الجاذبية.. ولكن لو كان ذلك هو الحل فعلًا، إذن فما هي تلك النظرية؟؟

كيف ستتمكن من تفسير الجاذبية وحركة النجوم والمجرات والكواكب بالدقة التي تقدمها النسبية العامة، وفي نفس الوقت تعطينا تفسيراً لتسارع الكون المخالف لما عهدناه وألفناه؟؟

هناك نظريات مرشحة طبعا، لكن كلها غير مغرية ومليئة بالأخطاء.

إذن فما زال اللغز مستمراً.

وليس هذا كل شيء؛ فما زال هناك ما هو أعقد!

IEAΔΦ



-3-

Dunkle Materie

تعال معي نبحث عن أي صورة حية تم تصميمها بالجرافيك لمجرة، ونراقبها لفترة..

ماذا ترى؟؟

إنها مجرة عادية جدًا.. تدور حول نفسها..

مجرة تحوي مليارات النجوم والكواكب، كلها مثبتون إلى أماكنها بقوة الجاذبية الرهيبة الناتجة عن ثقل أجسامها تلك كلها.

ولكن هل فعلًا الجاذبية فقط هي التي تحفظ توازن المجرة بذلك الشكل؟؟

كيف يكون شكل المجرات ثابتًا بتلك الطريقة؟؟

ومع سرعة الدوران الرهيبة تلك، كيف يمكن ألّا تتناثر الأجسام التي تحويها في الفضاء المظلم!؟؟

ما هي فعلًا تلك القوة الرهيبة التي تحفظ ذلك التماسك الكوني المهيب؟؟

لا أحد يعرف، ولكن الإجابة اصطلحنا على تسميتها بمصطلح غامض..

مصطلح (المادة المظلمة **Dark Matter**).

ΙΕΑΔΦ

تعالوا لنرجع بالزمن إلى الخلف قليلًا..



حتى سنة 1932..

في تلك السنة، كان هناك عالم يدعى (جان أورت Jan Oort)، وكان يحاول تحديد كتلة المجرات بمساعدة عالم آخر هو (فريتز زويكي Fritz Zwicky).

وقتها، حاول جان أورت أن يستخدم واحدة من طريقتين معتمدتين، والمفترض أن طريقتهم العلمية صحيحة.

أولهما هي أن يقيس مقدار لمعان المجرة الكلي، أو يقيس كمية الضوء التي تصلنا منها، وبعدها -باستخدام حسابات معقدة- يحول ذلك اللمعان لمقدار الكتلة أو حجم المجرة.

ثاني طريقة تقوم على قياس (سرعة الدوران المدارية للنجوم Orbital Velocities of Stars) في مركز المجرة، ونسبتها إلى سرعة دورانها في أطراف المجرة.

كلنا نعرف أن أي جسم في الفضاء لابد أن يدور في مدار حول شيء ما.. الكواكب مثلًا تدور حول النجوم، والنجوم تدور حول مركز المجرة، والمجرة نفسها تدور حول نفسها.. تلك هي قوانين الجاذبية الطبيعية. وكلما كانت سرعات الدوران تلك أكبر، كان معنى ذلك أن الكتلة أو الحجم أكبر، وبالتالي فالجاذبية أكبر.. وهكذا...

جميل جدًا.. إذن فما المشكلة؟؟

المشكلة أنه عندما تم القياس باستخدام كل واحدة من الطريقتين على حدة، كانت كل النتيجة مختلفة تمامًا عن الأخرى!

كيف يمكن أن يحدث ذلك برغم أن كلا الطريقتين يفترض أنها صحيحة علميًا وعمليًا!!؟



لا أحد يفهم!

الطريقة الأولى -التي تعتمد على قياس مستوى لمعان المجرة وترجمته إلى الحجم أو الكتلة الكلية- أعطت قياسًا صغيراً جدًا لا يمكن أن يكون بأي حال من الأحوال كتلة المجرة الحقيقية.

ذلك لأنه لو كانت كتلة المجرة ووزنها فعلًا بذاك الصغر، فإن الجاذبية المتولدة عن ذلك الوزن لم تكن لتكون كافية للحفاظ على تماسك المجرة، وكانت النجوم والكواكب ستتحرر منطلقة في الفضاء.

وماذا عن الطريقة الثانية؟؟

الطريقة الثانية كانت تعطي نتائج قريبة من الصحة -إن لم تكن صحيحة تمامًا- ولكن المشكلة الوحيدة كانت أنها نتائج أكبر بكثير من نتائج الطريقة الأولى!

بمعنى أنها تبين كتلة وحجم أكبر بكثير مما يمكن لنا رؤيته.

بعبارة أخرى، الطريقة الأولى التي كانت تعتمد على وسيلة بصرية -التي هي قياس لمعان المجرة- أعطت نتائج صغيرة جدًا.. والطريقة الثانية التى تعتمد على وسيلة قياسية -قياس سرعة دوران النجوم حول مركز المجرة- أعطت نتائج صحيحة نسبيًا لحجم ووزن المجرة.. إذن بالتالي العقل والمنطق يقول أن هناك مادة غامضة لا نراها نحن، هي التي تعطي للمجرة ذلك الحجم، وتلك الكتلة الناقصة Missing Mass.

معنى ذلك أن هناك مادة لا نراها.. مادة مظلمة تمامًا ولا تشع ضوءًا ولا حرارة ولا أي شيء معروف، وهي التي تكوّن الكتلة الباقية التي تعطي للمجرة وزنها الحقيقي الذي يولّد الجاذبية الصحيحة التي تحافظ على تماسكها.



تلك المادة المظلمة غير المرئية هي سبب التفاوت الهائل في نتائج الطريقتين اللتين تم استخدامهما في قياس وزن المجرات.

أول من وضع مصطلح المادة المظلمة هذا، بناءً على القياسات التي تكلمنا عنها، كان (فريتز زويكي Fritz Zwicky) الذي يلقبونه بـ(أبو المادة المظلمة). . أشار إلى النتيجة التي وصلت إليها تجاربه صراحةً بلفظة (Dunkle Materie) الألمانية، والتي تعني (Dark Matter) بالإنجليزية.. المادة المظلمة.

الأساس الذى كان يتكلم فيه هو أنه بناءً على ملاحظاته، حسب حجم عنقود من المجرات (Galaxy Cluster) استنادًا إلى سرعة حركة المجرات التي على طرفه أو حافته، وقارن تلك النتيجة بالنتيجة التي توصل إليها عندما حسب نفس الأمر باستخدام الطريقة الأخرى التي تعتمد على معدل لمعان المجرات في ذلك العنقود المجري.

بناءً على حساباته، المفروض أن كتلة المجرات الحقيقية أكبر بـ400 مرة من الكتلة التي نستطيع رصدها!

لو فعلًا كانت تلك الكتلة التي نلاحظها هي الصحيحة، لصارت الجاذبية صغيرة جدا جدا بشكل يجعل من المستحيل عليها الحفاظ على استقرار تلك المدارات والسرعات المذهلة للمجرات، وكانت المجرات كلها ستتناثر في الفضاء.. كما قلنا بالضبط.

تلك المشكلة أطلق عليها (مشكلة الكتلة المفقودة Missing Mass Problem).

بناءً على ذلك، قال زويكي أنه لابد من وجود نوع من المادة غير المرئية توفر الكتلة المفقودة اللازمة لحفظ توازن تلك المجرات



ومداراتها، وتلك كانت أول إشارة صريحة لوجود ما يسمى بالمادة المظلمة.

لم يأخذ المجتمع العلمي وقتها كلامه بالجدية الكافية؛ يمكن أن يكون ذلك بسبب أن حساباته لم تكن بالدقة المطلوبة، لكن المؤكد هو أنه كان سابقًا لعصره بشكل مذهل.. كان محقًّا، ولكن النتائج لم تكن بالدقة الكافية وقتها لتعطي تصورًا واضحًا لذلك الافتراض.

ثم سنة 1939، جاء عالم آخر اسمه (هوراس بوبكوك Horace W. Bobcock)، وقام ببعض الأبحاث على ما تدعى بـ(منحنيات دوران المجرات Galaxy Rotation Curves)، ووصل لنتائج أكثر، ولكنه لم يدمجها بنظريات المادة المظلمة تلك.

أول أدلة حقيقية على وجود المادة المظلمة كانت قائمة على قياس معدل (الانحناء في دوران المجرات Galaxy Rotation Curves) الذي ذكرناه، وتأثير ذلك على الضوء الذي يصلنا منها، وكان هذا اكتشاف (فيرا روبين Vera Rubin) و(كنت فورد Kent Ford) في الستينيات.

وكل ذلك يقوم على ما يسمى بالـ(Gravitational Lensing)، والتي هي واحدة من الظواهر التي تحدث بسبب الجاذبية، وهي الطريقة التي تم باستخدامها إثبات صحة نظرية النسبية لأينشتاين.. هل تذكرون؟؟

عندما قلنا أن الضوء ينحني بسبب مروره بالقرب من أجسام جاذبيتها شديدة لدرجة أنها تؤثر في النسيج الكوني وتحنيه، وينتج عن ذلك انحناء الضوء نفسه نتيجة مروره بجوارها؟؟

بالضبط مثل العدسات المحدبة والمقعرة..



أصبحت المادة المظلمة Dark Matter حقيقة واقعة.

وكما قلنا من قبل، المادة العادية التي نعرفها تشكل حوالي 5% فقط من حجم الكون..

والباقي هو المادة المظلمة والطاقة المظلمة.. 68% طاقة مظلمة Dark Energy و27% مادة مظلمة Dark Matter.

معنى ذلك أن الكون الذي نراه هو 5% من حجم الكون الحقيقي الموجود هنالك! نحن في الواقع عميان.. لا نرى أي شيء!

إذن من ماذا تتكون تلك المادة؟؟

لو كانت فعلًا مظلمة ولا تشع أي ضوء أو حرارة، إذن ما هي مكوناتها؟؟

الكثيرون تكلموا..

وأكثر فكروا ووضعوا نظريات..

وما زال اللغز مستمرًا..

ΙΕΑΔΦ



-4-

Hidden Valley

تعالوا نسأل أنفسنا سؤالًا مهمًا للغاية..

تلك المادة المظلمة خفية وشفافة ولا يمكننا ملاحظتها.. صحيح؟؟

وذلك لأن تلك الجزيئات الغريبة غير المعروفة المكونة لها لا تتفاعل بأي شكل من الأشكال مع القوى الكهرومغناطيسية.. بمعنى أنها لا تمتص ولا تعكس ولا تشع الضوء.. ومن هنا جاء اسمها.. مظلمة.

ذلك هو ما يجعل اكتشافنا لها بمثل تلك الصعوبة.

كيف يمكن أن نكتشف شيئًا لا يؤثر فيه الضوء؟؟ شيء خفي تمامًا؟؟

نفس المشكلة التي واجهتنا عند اكتشاف الثقوب السوداء Black Holes.

في الواقع، العلماء لم يستطيعوا ملاحظة وجود تلك المادة إلا من خلال ملاحظة تأثير جاذبيتها على الأجرام والأجسام العادية في الكون، وملاحظة تأثيرها في حسابات كتل المجرات، كما كان أورت Oort وزويكي Zwicky يفعلان.

جميل..

إذًا من ماذا تتكون تلك المادة ما دامت خفية بذلك الشكل؟؟

التفسير الأكثر قبولًا لذلك الموضوع هو أنها تتكون من جسيمات ذرية غير معروفة لنا بعد.. جسيمات أُصطُلح على تسميتها (ويمبس WIMPs).. المصطلح مختصر من جملة Weakly Interacting Massive Particles.



ذلك يعني أن تلك الجسيمات تتواصل مع الأجسام الذرية الطبيعية التي نعرفها من خلال طريقتين فقط: الجاذبية والقوة النووية الضعيفة.

بالضبط مثل جسيمات النيوترينو Neutrinos.. هل تذكرونها؟؟

في الواقع، الفيزيائيون فعلًا يعتبرون جسيمات النيوترينو تلك واحدة من مكونات المادة المظلمة، ولكن نسبتها صغيرة جدًا جدًا تشغل نسبة ضئيلة جدًا لا تكاد تذكر من حجم المادة المظلمة الكلي.

إذن من ماذا يتكون الباقي؟؟

التفسير السائد، كما قلنا، هو أنها جسيمات ذرية غير معروفة لنا بعد. واحدة من الأفكار تقول أن تلك الجسيمات هي جسيمات ذرية فائقة التناظر Supersymmetric Particles.

ما الذي يعنيه هذا؟؟

يعني المصطلح أنها أجسام رفيقة يتم إنتاجها عند إنتاج أجسام المادة الطبيعية.. شيء يذكرنا بالأجسام المضادة.

تلك شرح معناها معقد جدًا، و جزء من نظرية فيزيائية خاصة جدًا من نظريات الفيزياء الجزيئية Particle Physics تدعى نظرية التماثل أو التناظر الفائق Supersymmetry.. لا مجال لشرحها الآن.

مثال على تلك الأجسام لو أردتم البحث عنها بأنفسكم هي:

(الأكسيونات Axions)

(البوزونات Bosons)

(الفيرميونات Fermions).



التجارب التي تحدث حالياً في معجل سيرن التصادمي الهائل CERN Large Hadron Collider أو LHC يمكن أن تعطينا أدلة أكثر وضوحا على وجود تلك الجسيمات.

المعتقد السائد في النظريات الخاصة بالمادة المظلمة يقول أن الجسيمات المكونة لها هي جسيمات خفيفة جدا، بحيث أنه يمكن إنتاجها معملياً في معجل سيرن.

المشكلة الوحيدة أنه لو تم تخليقها في معجل سيرن، فإنها بسبب صغر حجمها وكتلتها اللانهائي ستهرب من أجهزة الاستشعار والقياس الدقيقة جدا المستخدمة هناك بدون أن نستطيع ملاحظتها أو اكتشافها.. ولكن هناك طريقة نستطيع أن نعرف بها أنها كانت موجودة.

الطريقة التي نستخدمها دومًا لملاحظة أي جسم غير مرئي: ملاحظة تأثيره على ما حوله.

عندما يتم تخليق تلك الجسيمات وهروبها من المعمل، فإنها ستستهلك معها طاقة طبعا.. طاقة وضع وطاقة حركة.. تلك الطاقة هي التي يقدر الفيزيائيون باستخدامها على معرفة ما إذا كانت موجودة فعلًا أم لا، والطريقة بسيطة للغاية..

سيقومون بحساب مقدار الطاقة (المفقود) بعد التصادم.. ولو وجدوا أن هناك قدرًا مفقودًا فعلًا من الطاقة، فعندها سيتأكدون من أن هناك جسيمات صغيرة جدًا وغير مرئية كانت موجودة وتلاشت، وكانت هي سبب تلك الطاقة المفقودة.

النظريات الفيزيائية الأخرى التي تتحدث عن عوالم وأبعاد أخرى خارج حدود تصورنا وتفكيرنا، مثل نظرية الأوتار الفائقة Superstring Theory التي تكلمنا عنها قبل ذلك، ونظرية التماثل



أو التناظر الفائق Supersymmetry تقدم أفكارًا أخرى حول الموضوع.

مثلا واحدة من النظريات تتكلم عن وجود ما يدعى بـ(الوادي الخفي Hidden Valley).

ذلك الوادي الخفي هو كون كامل مواز لكوننا مكون بالكامل من المادة المظلمة، ولا يمتلك أي صفات مشتركة مع كوننا إلا في أشياء بسيطة جدًا، وذلك الكون لا يمكنه التواصل مع كوننا إلا من خلال الجاذبية فقط.

هل شاهدتم فيلم Interstellar العبقري؟ لو شاهدتموه ستفهمون عن ماذا نتكلم بالضبط..

ذاك الكون الموازي هو ذلك الذي لا نقدر نحن على رؤيته، وهو الذي يكوّن تلك المادة المظلمة التي تحفظ تماسك كوننا نحن وتعطيه تلك الكتلة الناقصة التي تحفظ توازن المجرات.. وهو يتواصل مع كوننا نحن من خلال الجاذبية فقط، لأنها -كما قلنا من قبل- القوة الفيزيائية الوحيدة القادرة على التسرب ما بين الأبعاد، والتنقل بحرية بينها.

نظرية غريبة بعض الشيء..

وجميلة..

وما زال اللغز مستمرًا!

لا شيء مؤكد.. لا شيء مثبت..

لا شيء صحيح..

كل ما نملكه هو نظريات ونظريات ونظريات..
الشيء الذي يمكننا الاعتراف به هو أن لغز المادة المظلمة هذا هو



أكبر لغز يواجه الفيزياء الجزيئية حاليًا، ويواجه علوم الفيزياء الكونية كمجمل..

وحتى الآن لا يمكننا تفسيره بدقة.. وذلك شيء طبيعي..

كما قلنا من قبل.. ﴿و ما أوتيتم من العلم إلا قليلًا﴾.

ما نعرفه في كوننا قليل جدًا لا يكاد يذكر.. قطرة في بحر.. بل محيط..

ما زال اللغز مستمرًا!

ما نحتاجه فعلًا حتى يمكننا معرفة أي التفسيرات هو الصحيح فعلًا، هو المعلومات..

معلومات أفضل..

معلومات أعمق..

ولكن الأمر صعب؛ لأنه -كما قلنا من قبل- كلما تعمقنا أكثر في قوانين العلم والفيزياء، كلما اكتشفنا أننا لا نفهم أي شيء.

ذاك هو حال البشر دومًا.. يكتشفون شيئًا، فيشعرون أنهم قد ملكوا الدنيا بما فيها، ثم يتعمقون أكثر ليكتشفوا معوقات تنقل لهم حقيقة أنهم كائنات دنيا ذات عقل قاصر.

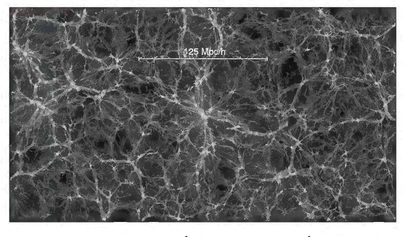
كائنات لا تقدر على فهم كيفية تواجد ذلك الصرح العملاق، ولا ماهية مهندسه الأعظم الذي شيده من عدم.

ذاك هو حالنا دومًا..

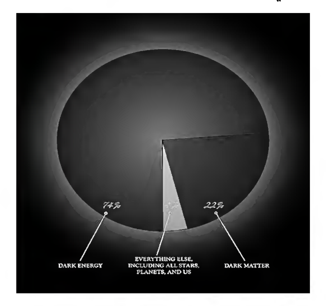
نور..

وظلام..

IEAΔΦ

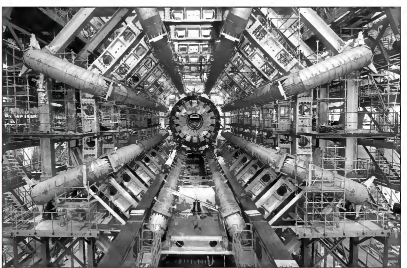


(صورة للكون في أكبر تصور لدينا له.. يبدو أشبه بشبكة العنكبوت. كل نقطة مضيئة على خيوطها هي عناقيد مجرات، والسواد الذي يبدو أشبه بالفراغ الذي في وسطها وعلى خلفيتها يتخللها هو المادة المظلمة)



(رسم توضيحي لنسب المادة العادية والمادة و الطاقة المظلمة)





(صورتان من داخل معجل سيرن توضحان تكوينه)







(9)

مشروع L.I.G.O

The L.I.G.O Project



تـمـهـيـد

((جزء من المقال الخامس بعنوان أفق الحدث))

- المشهد الأول: ظلام أبدي لا يبدده إلا نور النجوم الخافت الذي يلمع على ستار أسود من الفضاء والعدم في خلفية المشهد.. يظل الكادر على نفس المنظر لفترة.

- المشهد الثاني: سحب كبيرة جدًا من الغازات والغبار والأتربة تتجمع مع بعضها في مشهد كوني مهيب.. مساحات شاسعة على مرمى البصر.. ما الذي سيحدث بعدها؟؟ لا إجابة.

- المشهد الثالث: السحب تتجمع مع بعضها أكثر وحجمها يصغر.. كتلتها تبدأ في التزايد.. هل ترون؟؟ قد بدأت تتحول إلى كتل صغيرة.. تلك الكتل بدورها بدأت في التحول لكتل أكبر، وبدأت تتماسك مع نفسها بشكل أكبر.. الجو حار.. هل أنا فقط من يشعر بذلك أم أن حرارة تلك الكتل تتزايد؟؟ تتزايد بشكل مرعب!

- المشهد الرابع: تفاعلات نووية وانفجارات على مرمى البصر.. الحرارة ما زالت تتزايد بشكل أكبر.. عشرة ملايين درجة مئوية!! الكتل بدأت في التناسق مع بعضها.. نجم أولي بروتوني Protostar يتكون على مرمى البصر.

- المشهد الخامس: النجم غير متوازن أو متماسك.. التفاعلات النووية في مركزه تجعله غير مستقر.. انفجارات نووية على مرمى البصر.. بدون صوت طبعًا، لا تنسوا أننا في الفضاء.. التماسك يبدأ في الاستقرار بعض الشيء.. قد وصلنا لمرحلة



التوازن أو الـ(Equilibrium) بمعنى التوازن بين ضغط الغازات في مركز النجم، والتي تدفع الحرارة والضوء بعيدًا عن النجم، والجاذبية التي تجذب الذرات نحو مركز النجم.

- المشهد السادس: الحرارة ما زالت تتزايد.. قد وصل النجم للمرحلة الحرجة (Critical State) أو (الحرارة الحرجة Critical Heat)، بمعنى أن الاندماج النووي بدأ، وبدأ معه تحول الهيدروجين في مركز النجم إلى هيليوم، ليطلق الحرارة والضوء.. النور بدأ في السطوع لدرجة مؤلمة.. نحن الآن أمام نجم حقيقي.. لو لم يكن قد وصل للحرارة الحرجة لما حدث الاندماج النووي في مركزه، ولتحول وقتها إلى (قزم بني Brown Dwarf).. ولكنه الآن نجم حقيقي.

- المشهد السابع: النجم الآن في منتصف عمره.. يستهلك الوقود الهيدروجيني Hydrogen Fuel ويطلق حرارة وضوءاً ساطعين.. يستمر المشهد لملايين السنين.

- المشهد الثامن: الوقود الهيدروجيني بدأ في النفاذ.. النجم بدأ في تحويل الهيليوم الناتج لكربون.. وبعد الكربون بدأ يحوله لعناصر أثقل.. حالة من عدم التوازن بدأت تنشأ في مركز النجم.

المشهد التاسع: حالة عدم التوازن تتزايد.. إبقاء حالة الـEquilibrium بين ضغط الغازات والجاذبية أصبح صعبًا.. النجم يبدأ في الانهيار على نفسه، وفي نفس الوقت التفاعلات النووية خارج مركزه بدأت تجعله يزداد حجمًا لفترة.. بدأ (عملاق أحمر Red Giant) في التكوين.



- المشهد العاشر (سيناريو 1): ذلك السيناريو سيحدث عندما يكون حجم النجم نفس حجم شمسنا أو أصغر. الوقود الهيدروجيني الذي يعتمد عليه النجم نفذ تمامًا، فأصبح مكون النجم الأساسي هو الكربون والأكسجين.. لكنه ما زال في حالة توازن لم تختل بين ضغط الغازات والجاذبية.. مع الوقت بدأ نوره يتحول للون أبيض ومتوازن، وحجمه أصبح يماثل حجم كوكب الأرض تقريبًا.. أعتقد أننا نتكلم عن (قزم أبيضWhite Dwarf).

- المشهد العاشر (سيناريو 2): يحدث ذلك السيناريو عندما يكون حجم النجم 1,4 من حجم شمسنا نحن أو أكبر بنسبة بسيطة (حجم الشمس يسمونه في علم الفيزياء الكونية بالوحدة الشمسية Solar Mass ويستعملونه في قياس حجم النجوم). سيحدث شيء لابد أن نبتعد عنه بالكاميرا حتى لا يؤذينا.. (انفجار السوبر نوفا Supernova)!!

انفجار السوبر نوفا هذا هو أكبر انفجار يمكن أن يحدث في الكون، ويمكن أن يبلغ مدى إشعاعاته والضوء الصادر عنه درجة يمكنها أن تتفوق على بريق مجرة كاملة.. لماذا يحدث ذلك؟؟

لأنه عند نفاذ الوقود النووي الهيدروجيني في مركز النجم، يبدأ الأخير في تحويل النواتج لكربون، وعندها تبدأ كتلته ووزنه في التثاقل وتتسرب أجزاء من كتلته إلى مركزه.. في النهاية يبلغ ثقل المركز درجة لا يقدر معها النجم على تحمل قوة جاذبيته الخاصة، ويبدأ في الانهيار، فيحدث بذلك انفجار السوبر نوفا الذي هو أكبر انفجار كوني معروف، وهو من أسباب تطور الكون في الأساس، وواحد من العوامل التي



أكدت للعلماء أن الكون يتمدد، وذلك من خلال مراقبتهم للحركات الناتجة عن الانفجارات، ولأنه أيضًا يقوم بقذف العناصر الأولية التي تتكون منها نجوم أخرى وكواكب جديدة في الفضاء.. جميل.

ما الذي سيحدث بعدها؟؟

يتحول الناتج من ذلك الانفجار الهيدروجيني العظيم لما يدعى بـ(النجم النيوتروني Neutron Star).. هل ترونه؟؟

في الواقع، بعد الانفجار، ما يحدث بالضبط هو أن الإلكترونات والبروتونات في مركز النجم تنهار على نفسها وتندمج مع بعضها مكونة نيوترونات متعادلة الشحنة ناتجة عن اندماج شحنة الإلكترونات السالبة وشحنة البروتونات الموجبة.. بمعنى أن حجم النجم الهائل ينكمش في شكل نجم نيوتروني شديد الكثافة، قطره حوالي 12.4 ميل أو عشرون كيلومترًا! تصل كثافة ذلك النجم حد أن ملعقة واحدة من مادته سيبلغ وزنها مليارات الأطنان! وزنها سيكون أكبر بمئات المرات من جبل إفرست!!

ذلك بالإضافة إلى أن قوة انفجار السوبر نوفا تجعل النجم يدور حول نفسه بسرعة هائلة جدا لا تستوعب.. يمكن أن تصل تلك السرعة إلى 43 ألف مرة في الدقيقة، تتحول معها مادة النجم لأبخرة، وتمر عبر الأقطاب المغناطيسية للنجم، فبالتالي تشع نبضات من (أشعة إكس X-Rays).. ووقتها نطلق عليها لقب (النجوم المترددة) أو (النابضة Pulsars).



- المشهد العاشر (سيناريو 3): يحدث ذلك السيناريو عندما يكون حجم مركز النجم حوالي 3 أضعاف حجم الشمس أو أكبر.

كتلة النجم بدأت في الانهيار على نفسها.. النسيج الكوني بدأ في التشوه والانحناء بشكل لانهائي.. قوة جاذبية النجم تغلبت على كل القوى الفيزيائية الأخرى وبدأت تجذبه نحو مركزه.. نوع من (التفرد Singularity) بدأ يتكون في المركز.. حتى الضوء لم يعد قادرًا على الهروب من قوة الجذب المرعبة تلك!! الزمن نفسه بدأ في التباطؤ حتى بلغ نقطة التوقف التام مع تكون (أفق الحدث Event Horizon).

بدأ يتكون الثقب الأسود!

IEAΔΦ

«أشعر بأننا قد ذهبنا إلى القمر، وعدنا من جديد.. أعتقد أن (أينشتاين) كان ليسعد بهذا»

(جابرييلا جونزاليس Gabriela González) فيزيائية بجامعة لويزيانا، ومتحدثة باسم مشروع (لايجو L.I.G.O) العلمي التعاوني.

IEAΔΦ



-1-

نظرية غريبة ورياضيات وأشياء أخرى

البداية هذه المرة غريبة بعض الشيء..

ماذا ستفعلون لو -فجأة- اكتشفتم أن كل ما درستموه من قبل في علم الفيزياء خاطئ؟؟

لو جاء أحدهم فجأة وأثبت لك رياضيًا أن الفيزياء التي كنت تدرسها قبل ذلك خاطئة، وأن (أينشتاين Einstein) و(ستيفن هوكينج Stephen Hawking) ليسوا دومًا على صواب؟؟

النتيجة مصيبة طبعًا!

منذ فترة قريبة، ظهرت أستاذة فيزياء بجامعه شمال كارولاينا (University of North Carolina) اسمها (لورا هاوتون Laura Houghton)، وقالت شيئًا غريبًا جدًا.

قالت أن الثقوب السوداء Blackholes لا يمكن أن تتكون في الأساس، وأثبتت ذلك رياضيًا في ورقة بحثية قدمتها بالتعاون مع واحد من خبراء الرياضيات في جامعه تورونتو (University of Toronto).

كيف يمكن ذلك!؟؟

الموضوع -حسب كلامها- يتلخص في فرضية قالها (ستيفن هوكينج) منذ زمن، ولكنه -حسب توقعاتها أيضًا- كان كلامه فيها ناقصًا.

هل تذكرون إشعاع هوكينج Hawking Radiation؟؟



عندما قلنا أن الثقوب السوداء في الواقع ليست سوداء حرفيًا؛ لأنها تشع قدرًا ضئيلًا جدًا من الطاقة اسمه إشعاع هوكينج، ومع ذلك تتبخر كتلتها تدريجيًا وتتحول لطاقة صافية، ولكن تلك العملية تستغرق وقتًا أطول من عمر الكون نفسه (13.7 مليار سنه) حتى تتحقق.. راجعوا المقال السادس.

هي كانت تتفق مع (هوكينج) في ذلك، لكنها قالت شيئًا مهمًا جدًا.

كما نعرف جميعًا، الثقوب السوداء تتكون -كما شرحنا في التمهيد- من نجوم انهارت على نفسها بعدما وصلت لمرحلة حرجة، تولد الكثافة فيها جاذبية لانهائية لا يمكن لأى شيء الهروب منها.. والثقب الأسود في تلك الحالة يشع إشعاع هوكينج.

قالت (هاوتون) أن النجم وهو ينهار على نفسه ويشع إشعاع هوكينج هذا، فإنه يفقد معه كتلة Mass أيضًا.. يفقد كتلته بشكل تدريجي وبسرعة حتى يصل لمرحلة يتضخم فيها لآخر مرة ويتحول لعملاق أحمر Red Giant، وبعدها ينفجر.

الأساس الذي يتكون ويكوّن الثقب الأسود هو ما يدعى بنقطة التفرد Singularity.. تكلمنا عن الأمر في المقال السادس فلن أشرحه من جديد حتى لا أثير مللكم.. المهم أنه -حسب كلام (هاوتون)- نقطة التفرد لا تتكون إطلاقا، وذلك بسبب أن فقد الكتلة الذي يحدث بالتزامن مع إشعاع هوكينج هو ما يجعل كثافة النجم تقل ولا تصل أبدًا للمرحلة الحرجة التي يتكون معها الثقب الأسود!

لاحظوا أن هناك إثباتًا رياضيًا أيضًا، بمعنى أن هذا ليس مجرد كلام! دعك من أن الموضوع منطقي بعض الشيء؛ لأنه ولأول مرة بدأ يدمج بين ميكانيكا الكم Quantum Mechanics والنظرية النسبية



General Relativity ويحل مشكلة الفيزياء الحديثة الكبرى.. وذلك شيء مهم للغاية.

لكن كيف؟؟

المفروض والذي نعرفه كلنا، هو أن نقط التفرد تلك هي واحدة من أساسيات الفيزياء الحديثة، والتي تم بناء عمل (أينشتاين) و(ستيفن هوكينج) عليها.. حتى نظرية الانفجار الكبير Big Bang توضح أن ما قبل زمن بلانك Planck Time (زمن بلانك هو وحدة زمنيه ابتكرها الفيزيائيون لقياس الفترات التي حدثت فيها مراحل الانفجار الكبير، وهي أصغر من الثانية العادية بمليون مليون مليون مليون مليون مرة) وقبل حدوث الانفجار الكبير، كانت هناك نقطة تفرد Singularity أيضًا، وكان الكون بأكمله والزمن وكل القوى الفيزيائية التي نعرفها مندمجة معًا في شيء واحد أصغر من الذرة.

إذن معنى ذلك بعد كلام (هاوتون) أن كل ما نعرفه في الفيزياء عديم الفائدة!

وذلك شيء مستحيل.. شيء صعب لدرجة لا يمكن تخيلها.. لو أن كل ذلك خاطئ، إذا كيف وصلنا للتقدم العلمي الحالي؟؟ شيء غير منطقي طبعًا!

إذن بالتأكيد هناك خطأ ما..

المشكلة الأساسية هي أن أحدًا لا يستطيع أن يثبت وجود الثقوب السوداء بشكل عملي.. كل الإثباتات ذات شكل رياضي ونظري فقط من خلال دراسة تأثيرها على ما حولها.. إذن معنى ذلك أن هناك احتمالًا للخطأ فعلا في مسألة وجود الثقوب السوداء من عدمها.

ولكن من فترة قريبة، تغير كل هذا..



وانفتحت أمامنا أبواب عصر جديد..

قبل أن ندخل في صلب الموضوع، هناك شيء لابد أن نشرحه ونفهمه أولًا..

ما هي النظرية النسبية؟؟

حتى يمكننا الإجابة عن هذا السؤال، لابد أن أسألكم أولًا سؤالًا آخر: ما هي الجاذبية؟؟ وكيف تعمل؟؟

الفيزيائيون القدماء جميعًا، منذ بداية علم الفيزياء، ومرورًا بالعظيم (أيزاك نيوتن Issac Newton) كان يمثل ذلك السؤال أكبر مشاكلهم.

نحن نعرف أن الجاذبية هي القوة التي -مثلًا- تجذب التفاحة للأرض لو سقطت من على غصن، وأنها نفسها القوة التي تحفظ الكواكب في مداراتها حول النجوم، والأقمار حول الكواكب..

لكن كيف تعمل فعلًا؟؟

ما هو الميكانيزم Mechanism الخاص بها؟؟ كيف يمكن أن يجذب جسمٌ ما جسمًا آخر له، وهو ليس مغناطيسًا والجسم ليس معدنياً؟؟ لم يكن بإمكان أحد التفسير ولا الفهم..

حتى جاء أعظم عالم -في نظري- عرفته الفيزياء في تاريخها، وصانع القرن العشرين بلا مبالغة.

(ألبرت أينشتاين Albert Einstein)..

(أينشتاين) وقتها قدم فرضية غريبة..

قال أن سرعة الضوء هي أكبر سرعة في الكون كله، ولا يوجد أي شيء يمكن أن يتخطاها.. تلك هي إحدى فرضيات نظرية النسبية العامة General Relativity.. وبعدما قال تلك الجملة، كان قد وضع نفسه



في مشكلة عويصة.. مشكله علم الفيزياء كله حتى وقتها.. مشكلة عجز حتى العظيم (نيوتن Newton) عن حلها.

كيف تعمل الجاذبية؟؟

لو أن سرعة الضوء هي أقصى سرعة في الكون، إذًا كيف نشعر نحن بتأثير الجاذبية بذلك الشكل الفوري؟؟ لو أنك مثلا رميت قلمًا على الأرض فإنه سيسقط فورًا بالطبع ولن يظل معلقًا في الهواء مثلًا!

جميل.. ماذا فعل إذن حتى يثبت صحة كلامه؟؟ وضع فرضية أكثر غرابة.

دعوني أشرح لكم.. تخيلوا مثلًا أن الشمس اختفت من مكانها..

حسب نظرتنا المحدودة للجاذبية، فإن الكواكب ستتحرر من تأثير جاذبية الشمس فورًا، وستنطلق في الفضاء مبتعدة.. جميل.. إذا كيف سنتحرر من تأثير جاذبية الشمس لنطير في الفضاء، ونحن أصلًا لم نلحظ الظلمة الناتجة عن اختفاء الشمس؟؟

ألم نقل أن سرعة الضوء هي أقصى سرعة في الكون؟؟ جميل.. الضوء يستغرق حوالي 8 دقائق تقريبًا حتى يصل من الشمس للأرض، في حين أننا نقول أننا سنتحرر من جاذبية الشمس فورًا لو اختفت تلك الأخيرة.. كيف إذًا سنتحرر من الجاذبية ونحن بعد لم نستقبل آخر شعاع ضوء منطلق من الشمس منذ 8 دقائق؟

مشكلة عويصة وغير منطقية طبعًا..

ماذا فعل حتى يحُل ذلك اللغز؟؟ صنع معجزة الفيزياء الحديثة..

ابتكر مصطلح الزمكان Spacetime!

ΙΕΑΔΦ



((جزء من المقال الأول بعنوان بداية عصر جديد))

دعوني أسألكم سؤالًا.. ممّ يتكون كل شيء، بما فيه الكون ذاته؟؟

بالضبط.. طول وعرض وارتفاع.

بدأ أينشتاين شرحه بأن وضع بعدًا رابعًا وأضافه للثلاثة الأوائل، وهو الزمن.. ثم سمى كل ذلك (النسيج الكوني أو الزمكان Spacetime).

ومن فهمه لهندسة الزمان والمكان -أو الزمكان كما سماه- قال كلامًا غريبًا شديد التعقيد يستعصي فهمه بسهولة.

دعوني أشرح لكم النظرية بشكل غاية في البساطة..

تخيلوا معي أن الكون عبارة عن سطح مطاطي مثل ذلك الذي يقفز عليه البهلوانات ولاعبي الجمباز -يسمونه الترامبولين Trampoline- ولنطلق عليه اسم (النسيج الكوني).

جميل! تعالوا بعدها نمسك بكرة معدنية كبيرة، ثم نضعها في وسط ذلك السطح، ونسميها -جدلًا- الشمس.

طبعًا سنجد أن السطح هبط وتقعر للأسفل تحت تأثير ثقل الكرة المعدنية.. جميل.

دعونا بعدها نحضر كرات معدنية أخرى صغيرة هذه المرة، ونحاول أن ندفعها لتمشي على ذلك السطح بصورة مستمرة بشكل لانهائي.. طبعًا سنجدها تنحدر في مسارها بشكل دائري وتدور حول الكرة الكبيرة التي هي الشمس، وذلك بسبب المنحنيات التي صنعتها الكرة الكبيرة في السطح المطاطي.

الكون في تكوينه يشبه ذلك السطح بالضبط، مع اختلاف الخصائص والحجم والأبعاد الزمنية والطولية ذاتها. يمكن أن يلتف وينحني

ويتقعر لو وضعت فيه أجسام ضخمة مثل الكواكب والنجوم. فبالتالي يفرض ذلك على الأجسام الصغيرة -بسبب طاقتها- الدوران حول الأجسام الكبيرة بسبب المنحنيات التي صنعتها الأجسام الكبيرة في النسيج الكوني، وذلك ما يخلق ما نشعر نحن بأنه مدار Orbit.

بمعني أن النسيج الكوني المنحني المتقعر بسبب كتلة وكثافة الشمس هو الذي يفرض على كوكب الأرض مثلًا أن يدور حول الشمس في تلك المنحنيات، وبالتالي يصبح شكلها كأنها مجذوبة بقوة أو طاقة للشمس.

بعبارة أخرى، الكواكب لا تدور حول الشمس لأن هناك قوة تخرج منها لتجذب الكواكب إليها؛ بل لأنه -بمنتهى البساطة- كتلة وكثافة الشمس تجبر الكواكب والأقمار على الدوران في منحنيات النسيج الكوني الناتجة عن تلك الكثافة.

فبالتالي لو أننا قمنا بتجربة ذلك المفهوم الجديد للجاذبية، سنجد أننا لن نشعر باختفاء الشمس -لو اختفت طبعًا فنحن نفترض هنا- مباشرة، بل ستصلنا الأخبار في شكل موجة بعد 8 دقائق تقريبًا من اختفائها. حسب أينشتاين سرعة تلك الموجة فوجدها نفس سرعة الضوء بالضبط!

ΙΕΑΔΦ

تلك هي عبقرية (أينشتاين) العلمية، وذلك كان الوقت الذي دخل فيه -لأول مرة- مصطلح (موجات الجاذبية Gravitational Waves) لعلم الفيزياء.

طبعًا مثل أي نظرية علمية، كانت النسبية تحتاج لإثبات وقتها، وتم إثباتها فعلًا من خلال قياس الانحراف في ضوء أحد النجوم البعيدة الذي يصل لنا، وذلك بسبب مروره بجوار الشمس، بمعنى أن الضوء



ينحني بسبب مروره في منحنى الزمكان الناتج عن جاذبية الشمس المهولة، وذلك هو ما يسمونه بالـ(Gravitational Lensing)، وطبعًا نال (أينشتاين) جائزة نوبل المستحقة بكل تقدير في الفيزياء.

ولكن ماذا عن موجات الجاذبية؟؟

كيف يمكننا إثباتها؟؟

(أينشتاين) أثبتها رياضيًا، ولكننا لم نرها أبدًا، ولا نستطيع رصدها؛ لأنها لا تتكون من أي شيء مادي قابل للرصد؛ ليست موجات كهرومغناطيسية مثلًا ولا أشعة جاما أو إكس.. موجات تتكون من لا شيء حرفيًا!

موجات تغير شكل الواقع Reality نفسه!

موجات تحتاج لأحداث كونية عنيفة جدًا حتى يمكنها أن تنتج.

موجات شديدة الندرة، ومن شبه المستحيل رصدها على الأرض؛ بسبب بعد الأحداث الكونية المطلوبة لإنتاجها عن موقعنا في الفضاء بشكل خيالي لا يمكن استيعابه، والذي يجعلها ضعيفة لدرجة أنها يمكن أن تؤثر في مساحة أصغر مليون مرة من قطر البروتون العادي في الذرة!

إذًا فلنستسلم!

الأمر مستحيل، أو هكذا ظن الجميع..

حتى تاريخ بداية عصر الفيزياء الجديد..

14 سبتمبر 2015..

ΙΕΑΔΦ

-2-

L.I.G.O

«لقد بدأنا في استعمال حاسة جديدة.. كنا قادرين على الرؤية فقط في الماضي، والآن صرنا قادرين على السمع أيضًا»

(نيرجيس مافالفالا Nergis Mavalvala)

الفيزيائي بجامعة ماساتشوستس للتكنولوجيا M.I.T.

ΙΕΑΔΦ

منذ فجر تاريخنا، ما كنا نعرفه عن الكون كان نابعًا مما كان باستطاعتنا رؤيته..

من الضوء..

الضوء المرئي الذي كان يصلنا ونحن ننظر إلى النجوم..

ومع مرور الوقت، وتطور المعدات التي نستخدمها في استكشاف الفضاء، بدأنا في استخدام الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet والأشعة تحت الحمراء Infrared وأشعة إكس X-Rays وموجات الميكروويف Microwave وموجات الراديو Radio Waves، التي يستخدمها ويرصدها تليسكوب هابل الفضائي Hubble Space Telescope.

بدأنا في رؤية أشياء لم يكن في إمكاننا رؤيتها من قبل..

بدأنا في رؤية الكون وكأنه حي.. عامر بالأحداث والانفجارات والحياة والموت.

عامر بالتجدد والفناء.. بالسرعة والبطء..

كون حي تمامًا..



و لكن -دومًا- ظلت هناك حلقة مفقودة..

شيء ما لا نقدر على رصده ورؤيته..

اهتزازات لا يمكننا رؤيتها؛ لأنها تتكون من العدم..

تتكون من لا شيء.. حرفيًا!

منذ 100 سنة تقريبًا، تنبأ العبقري (ألبرت أينشتاين) بشيء مهم للغاية..

تنبأ بأن قوة الجاذبية المهولة للأجسام العملاقة في الفضاء، والتي تدور بسرعه تقارب سرعه الضوء تقريبا حول بعضها، ستؤدي إلى انحناء نسيج الزمكان Spacetime نفسه.

تمامًا كقطرة الماء التي تسقط في بحيرة.. فور سقوط القطرة داخل المياه، تبدأ دوامات قصيرة في الانبعاث حولها في شكل دائري في كل اتجاه.. تخيلوا أن تلك القطرة هي الأجسام الكونية العملاقة، وأن البحيرة هي النسيج الكوني أو الكون نفسه.. الزمكان Spacetime.

الموجات الناتجة عن تلك الأحداث العنيفة سماها بموجات الجاذبية Gravitational Waves.. لكن لم يقدر أحد أبدًا على رصدها.

حتى وقت معين..

IEAΔΦ

منذ مليار سنة مضت..

وفي مجرة بعيدة للغاية..

كان حدث كوني شديد العنف على وشك الحدوث..

ما هو ذلك الحدث؟؟

ثقبان أسودان كانا يدوران حول بعضيهما منجذبين بقوة جاذبية



بعضهما المرعبة.

أسمع تساؤلكم الذي يقول كيف يمكن أن يجذبا بعضيهما ولا يتصادما؟؟

سأشرح لكم..

طبعًا أنتم تعرفون قوانين الطرد المركزي للعالم (أيزاك نيوتن Issac Newton).

جميل..

هذان جسمان يدوران حول بعضهما.. ثقبان أسودان..

واحد فيهما كتلته تماثل كتلة الشمس 36 مرة، والآخر كتلته تماثل كتلة الشمس 29 مرة.

المهم أن الاثنين وهما يدوران حول بعضيهما بحوالي نصف سرعة الضوء تقريبا (حوالى 250 مرة في الثانية)، قوة جاذبيتهم كانت تلغي بعضها بناء على قانون الطرد المركزي، ولكن يظل هناك واحد فيهما أكبر من الآخر وقوة جاذبيته أقوى، فبالتالي كانا يقتربان من بعضهما تدريجيا على مر السنين.

ومر الوقت وهما آخذان في الدوران..

حتى فجأة، وبكل العنف الكوني الضخم الذى لا يمكن استيعابه، وفي جزء من خمس أجزاء من الثانية، اندمج الثقبان معًا وكونا ثقبًا واحدًا مهولًا كتلته تساوي 62 مرة من كتلة الشمس!

وأين ذهبت الثلاث كتل الباقية؟؟

تبخرت تلك الكتل الثلاث في الفضاء في شكل موجات جاذبية، لو (تخيلنا) أنها طاقة ضوئية أو حرارية، فإن إشعاعها سيكون أكبر من إشعاع الشمس مليار مليار مرة.



نفس ما يحدث عندما تسقط قطرة ماء في البحيرة.

موجات جاذبية تذكرك بموجات تسونامي في المحيط.

نهاية العالم، لكن على مستوى كوني.

موجات الجاذبية تلك تجعل الفضاء نفسه يتمدد وينكمش تحت تأثير قوتها!

سأشرح لكم..

تخيلوا أن معكم قطعة من المطاط.. وأطلقوا عليها اسم (الفضاء) أو (الزمكان)..

ما تفعله موجات الجاذبية تلك هو أنها تجعل الفضاء والزمن والواقع Reality نفسه يتمدد مثل قطعة المطاط (أو الأستك)، وينكمش من جديد لحجمه الطبيعي، ويتمدد مرة أخرى، وينكمش.. حتى تمر.. تمامًا مثل أمواج البحر.

لو نظرت إلى أمواج البحر، فإنك ستجد مساحة معينة من الماء تكبر وتعلو وتتمدد، وبعدها تعود لوضعها الطبيعي بعد مرور الموجة، ثم تعلو وتكبر وتتمدد عند وصول الموجة التي تليها.

وطبعًا.. موجات الجاذبية Gravitational Waves تلك سرعتها تماثل سرعه الضوء، كما تخيل أينشتاين منذ زمن طويل في النسبية.

بدأت تلك الموجات تسافر في الفضاء.. لمليارات السنين.. تسافر وتحني الزمن نفسه في طريقها.

ومع مرور الوقت، طبعًا كان لابد أن تضعف شدة تلك الموجات. بالضبط كمثل ضعف الموجات الحادثة عند سقوط قطرة ماء في البحيرة بعد تكونها وسيرها على سطح البحيرة لفترة.

تلك الموجات في طريقها إلينا هنا على الأرض، تكون قد ضعفت



لدرجة يستحيل معها بكل المقاييس رصدها.

أو هكذا ظن الفيزيائيون في العالم أجمع..

حتى يوم 14 سبتمبر 2015!

ΙΕΑΔΦ

لويزيانا Louisiana، وواشنطن Washington..

هاتان هما المفتاح..

في هاتين الولايتين الأمريكيتين، اثنان من أكثر المراصد الفضائية تطوّرًا في تاريخ البشرية كانا في الانتظار.

تلك المراصد غير مألوفة لنا..

نوع جديد، وجيل جديد من أجهزه الاستشعار التي يسمونها (لايجو L.I.G.O).. اختصارا لـ(-Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory)..

أو (مرصد التداخل الليزري لموجات الجاذبية).

قصة بناء تلك المراصد معجزة في حد ذاتها، واستغرقت حوالى 40 سنة في بنائها، ولكن هذا ليس موضوعنا..

ما هي فكرة عمل تلك المراصد؟؟

سأشرح لكم..

كل مرصد من هؤلاء تصميمه يكون على شكل حرف L متساوي الأضلاع.. متساوي الأضلاع لدرجة من الدقة لا مجال للخطأ فيها.

طول كل ضلع فيهم حوالي 2.5 ميل.

في نهاية كل ضلع من هؤلاء، توجد مرآة.. مرآة فائقة الدقة وتصميمها الهندسي مصمم بشكل معين.. تلك المرايا معزولة عن



العالم أجمع في فراغ اصطناعي بداخل تلك الأنابيب الطويلة.. معزولة عن كل شيء حرفيًا.. الغبار والضوضاء والحرارة والاهتزازات وكل شيء.

جميل..

في داخل تلك الأنابيب، وعند مركز حرف الـL، توجد مرآة تقسيمية.

مرآة تقسم شعاع ليزري قادم بزاوية معينة من منتصف حرف الـL بالضبط، وتوزعه في الاتجاهين اللذين تسلكهما الأنابيب.. وذلك الليزر الدقيق يقيس المسافة بين المرآتين بشكل بالغ الدقة.

التكنولوجيا المستخدمة في ذلك الليزر والمرايا هي أحدث تكنولوجيا توصل لها الإنسان، ويبلغ قدر دقتها مبلغًا يمكنها من قياس التغير في المسافة بين المرآتين على مساحة أقل من قطر البروتون بعشرات المرات.

ما يحدث بالضبط هو أن شعاع الليزر يسافر في الأنابيب حتى المرايا فائقة الدقة في آخرها، وبعدها ينعكس عنها ويعود للمرآة المقسمة مرة أخرى.. ولأن ذراعي المرصد طولهما متماثل بمنتهى الدقة، فإن شعاعي الليزر العائدان يلغيان بعضيهما تمامًا؛ الفوتونات الضوئية في كل شعاع تتلاشى مع الأخرى.. ويصبح الناتج أنه لا ضوء.

ثم ماذا؟؟ ما علاقة هذا بموجات الجاذبية؟؟

ما يحدث هو أن موجات الجاذبية شديدة الضعف تلك عندما تمر على الأرض، فإنها تغير المسافة نفسها التي بين المرآتين اللتين في آخر كل ذراع في المرصد.. تغيرها بمسافة أقل بعشرات المرات من قطر البروتون، وذلك التغير يجعل واحدًا من الذراعين فجأة أطول من الآخر، وبالتالي فإن الليزر المنعكس عن المرآة خاصته سيبتعد عن الليزر الآخر القادم من الذراع الآخر ولن يتصادم معه، وبالتالي لن



يتلاشيا معًا، وستنتج نبضة ضوء خافتة تتلاشى فور عبور موجة الجاذبية.. وتتكرر فور وصول موجة أخرى، وهكذا.

قمة العبقرية التي لا أدرى كيف يمكن أن أصفها بصراحة.. أشياء كهذه تشعرني بالتضاؤل أمام التقدم العلمي الغربي.

بذلك الشكل، ما سيحدث عند عبور موجة جاذبية هو أن ذلك الليزر الاستشعاري سينتج نبضات ضوء يقيسها جهاز الاستشعار الموجود بداخل المرصد، وبعدها يحولها بحسابات تكنولوجية رياضية معقدة إلى صوت مسموع.

فجأة، صرنا قادرين على الاستماع للكون!

لا نرى فقط، بل نسمع أيضًا!

وفي يوم 14 سبتمبر سنة 2015، وبعدما شغل العلماء المرصد لأول مرة بوقت قليل جدًا، على وقت الفجر تقريبًا، التقطوا الصوت!

صوت الجيل الجديد من الفيزياء.. صوت الكون.. صوت الخلق والأسرار.. صوت لا يمكنني أن أصفه!

صوت يشبه القرمشة أو تغريدة معينة، نتجت بعد اندماج الثقبين الأسودين منذ مليار سنة في مجرة على بعد ملايين السنين الضوئية.

ومع استماع العلماء لذلك الصوت لأول مرة، كانت المفاجأة!

إحساسك بأنك قد اكتشفت سر الخلق.. سر الفيزياء.. أصبحت لديك قوة لا يمكن استيعابها..

وذلك كله بالعلم وحده.

وما بين دموع وصراخ الفرح، كانت تلك بداية فرع جديد تمامًا من فروع علم الفيزياء الكونية.

(الفرع السمعي).



لأول مرة، أصبحت لدينا القدرة على دراسة أعماق الثقوب السوداء التي لا تطلق ضوءاً ولذلك لا يمكن دراستها بالوسائل الضوئية، ولكن يمكن دراستها بالاستماع للنبضات الصادرة عن موجات الجاذبية الناتجة عنها.

لأول مرة يمكننا أن نؤكد بشكل قاطع صحة فرضية أمواج الجاذبية لـ(أينشتاين) بعد 100 سنة من ابتكارها!

لأول مرة، وضعنا أنفسنا على بداية الطريق للنجوم.

بداية الطريق للمستحيل.

وعلى عكس ما يعتقد البعض، فإن (لايجو L.I.G.O) هو مجرد بداية.

بداية لمشاريع كبرى بدأتها وكالات الفضاء العالمية، وفي مقدمتها ناسا N.A.S.A كبرنامج لدراسة النجوم.

نحن الآن على أبواب عصر جديد..

عصر العلم الحقيقي..

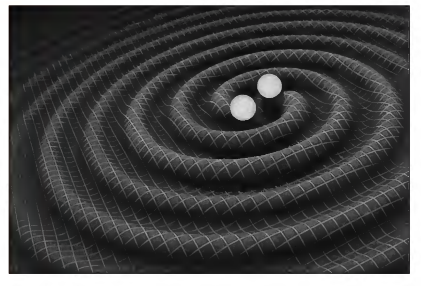
عصر.. الإنسان فيه هو سيد الكون..

عصر بدأ بسبب نبضة ضوء بسيطة في جهاز استشعار متطور.

جهاز يدعى (L.I.G.O)!

ΙΕΑΔΦ

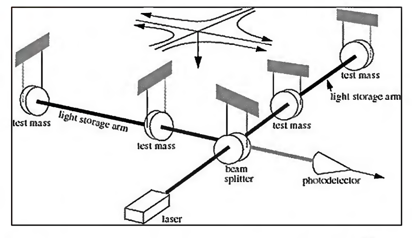


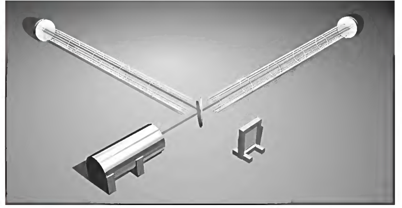


(رسم توضيحي لكيفية تكون موجات الجاذبية التي تسري في النسيج الكوني Spacetime في ضوء فرضيات النسبية ومشروع لايجو L.I.G.O)



(صورة من السماء لتكوين وبناء مشروع لايجو L.I.G.O)



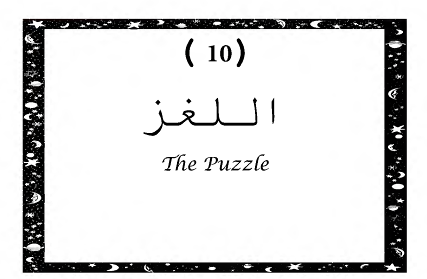


(رسوم توضيحية لتكوين وتركيب وفكرة عمل مشروع لايجو L.I.G.O)









(10)

الـــلـغـز

The Puzzle



تـمـهـيـد

الفيزيائيون كل يوم يكتشفون شيئًا جديدًا.. حرفيًا، يكتشفون مكونات عالمنا كله. أي متابع للتقدم العلمي الحالي سينبهر حتمًا لو قارنه بحال البشرية منذ 50 سنة مضت فقط.

تجارب (سيرن Cern) و(لايجو L.I.G.O) وغيرهم الكثير في شتى المجالات..

تكنولوجيا الاتصالات والإنترنت والإلكترونيات بشكل عام.

كل ذلك قائم على علم واحد أوحد تتفرع منه كل الأشياء الأخرى..

علم الفيزياء.

ولكن، خلف علم الفيزياء كله بكل فروعه، يقبع شيء غامض.. عميق.. وقوي ودقيق بشكل لا يمكن استيعابه بعقولنا المجردة..

شيء يسمونه (لغة الكون The Language of The Universe).

شيء يمكننا اعتباره أكبر إنجاز وتقدم للحضارة بأكملها..

شيء اسمه (علم الرياضيات Mathematics).

ما هي الرياضيات؟؟ من أين جاءت؟؟

و لماذا -في العلوم بالذات- تعمل بذلك الشكل فائق الدقة؟؟

العالم العظيم (ألبرت أينشتاين Albert Einstein) تساءل في يوم ما، كيف من الممكن أن تصف المعادلات الرياضية الكون بأكمله بكل علومه بذلك الشكل فائق الدقة!؟؟



هل الرياضيات -في الأساس- علم بشري؟؟ أم هي شيء أكبر وأعمق من ذلك، وأكثر تأثيراً؟؟

لا أحد يعرف، ولا أحد يقدر حتى على الوصول لربع الحقيقة..

لكن كل ما نعرفه هو شيء واحد مؤكد..

الرياضيات.. هي مفتاح الكون!

ΙΕΑΔΦ

«إذن معنى ذلك بعد كلام (هاوتون) أن كل ما نعرفه في الفيزياء عديم الفائدة!

وذلك شيء مستحيل.. شيء صعب لدرجة لا يمكن تخيلها؛ لو أن كل ذلك خاطئ، إذن كيف وصلنا للتقدم العلمي الحالي!!؟ شيء غير منطقي طبعًا..

إذًا بالتأكيد هناك خطأ ما.»

((جزء من المقال السابق بعنوان مشروع L.I.G.O))

ΙΕΑΔΦ



-1-

(فــيـبـو نـــا تــشي Fibonacci)

الجنس البشرى دومًا ما كان ينظر إلى الطبيعة..

دومًا كان ينظر إلى السماء، ويحاول البحث عن أنماط..

أشياء نمطية متكررة يمكن ملاحظتها وتوقعها..

ومع بداية التاريخ، وتطور الذكاء البشري، بدأنا ننظر إلى السماء ونكتشف الأبراج..

برج الجدي.. برج الثور.. برج الحوت.. برج الأسد..

الكثير والكثير من الأبراج..

بدأنا نلاحظ تلك الأبراج، ونتخذها حتى كوسيلة لتوقع المستقبل.. بدأنا حتى في تصديق أنها يمكن أن تكون مفتاح القدر..

وبدأنا نتطور بعدها.. بدأنا ننظر إلى فصول السنة.. ونفهمها.. صيف وشتاء وربيع وخريف..

بدأنا نرى الأنماط في كل شيء حولنا.. كل شيء هو عبارة عن بعض الأنماط..

بدأنا نكتشف أعظم نمط موجود.. الوقت!

الزمن!

حتى بدأنا نرى تلك الأنماط وذلك التماثل في الجسم الحي نفسه.. في تركيبه وتكوينه..



مثلًا في الخطوط التي على أجساد الحيوانات.. الخطوط السوداء الموجودة على وجه النمر مثلًا..

خطوط وأنماط في كل مكان..

بدأنا نترجم تلك الأنماط في حياتنا اليومية.. في فنوننا.. في العمارة.. في كل شيء..

ولكن ما الذى تخبرنا به تلك الأنماط؟؟ ما الذى تقوله؟؟

لماذا -مثلًا- يجب أن يكون شكل صدفة حيوان الـ(نوتيليوس) الحلزونية، مماثلًا للشكل الحلزوني للمجرات؟؟

أشياء كثيرة متكررة، ومتشابهة بشكل غريب، يجعلك تعتقد وتتأكد أنه لابد من وجود رابط بينها.

ودائمًا، عندما يعجز العلماء عن فهم شيء ما، يلجأ جميعهم إلى أداة قوية للغاية..

(الرياضيات)!

نبدأ في تحويل المشاهدات والملاحظات موضع التجربة إلي أرقام.. كميات رقمية.. وبعدها نبدأ في استخدام وسائل ومعادلات رياضية لاختبارها وحلها؛ في محاولة منا لفهم ما وراء الطبيعة، وما وراء الكون.

محاولة لفهم النمط الواحد الأوحد الذى يجعل كل شيء حولنا في الطبيعة يعمل بذلك الشكل النمطي المتماثل الخارق للفهم والاستيعاب.

محاولة لفهم ماهية الوجود والواقع Reality نفسه.



وبدأ عصر الاكتشافات!

باستخدام الرياضيات، وفي كل العلوم بدأت الكشوفات تتوالى..

بدايةً من مدارات الكواكب، وانتهاءً بالموجات الكهرومغناطيسية التي نستخدمها للتواصل بهواتفنا المحمولة..

كل شيء هو عبارة عن معادلات رياضية تم حلها بشكل ما..

كل شيء.. هو أرقام..

وكل ذلك يقودنا للتساؤل.. هل هناك طبيعة رياضية لعالمنا وكوننا المرئي وغير المرئي الذي نقدر على استيعابه؟؟

هل حياتنا، وكل ما يمكن أن نراه، هو عبارة عن رياضيات وأرقام مرئية؟؟

أم أن الرياضيات كلها هي في رؤوسنا فقط؟؟

ويستمر السؤال..

IEAΔΦ

هذا هو العام 1170م..

يوم ميلاد عالم الرياضيات العظيم (ليوناردو جيلييلمي Leonardo Gulielmi) الذى اشتهر فيما بعد باسم (فيبوناتشي Fibonacci).

ذلك العالم العظيم عُرف في العالم الحديث بفضل مساهمته في نشر الأعداد (العربية - الهندية) للعالم الغربي وأوروبا، خصوصًا ضمن كتابه الشهير جدًا (كتاب الحساب Liber Abaci).. كل هذا جميل جدًا.



لكن ما علاقته بنا بالضبط؟؟

علاقته بموضوعنا هنا، تتمثل في الشيء الذي اشتهر به فعلًا..

(متتالية فيبوناتشي Fibonacci Sequence).

ما هي متوالية فيبوناتشي تلك؟؟

سأشرح لكم.. تعالوا ننظر حولنا على كل شيء في الطبيعة..

تعالوا مثلًا ننظر إلى الورود والأزهار..

بعض الأزهار مثلًا تكون متكونة من 3 بتلات.. البتلة التي هي ورقة الزهرة..

هناك أزهار أخرى متكونة من 5 بتلات..

وأخرى متكونة من 8 بتلات..

أزهار أخري تتكون من 13 بتلة..

هل تلك الأرقام فعلًا أرقام عشوائية؟؟ أم أن لها معنى ما؟؟

قد اتفقنا جميعًا من قبل.. الله لا يرمي النرد.. لا شيء مخلوق عبثًا وبلا معنى.

كل شيء له معني ما.. ربما نقدر على استيعابه وربما لا نقدر، ولكن هذا لا ينفي أنه موجود..

إذًا ما العلاقة هنا؟؟

العلاقة تتمثل في (أعداد فيبوناتشي Fibonacci Numbers).

تعالوا نأخذ الرقمين 1 و1..



جميل..

الآن لدينا أول عددان في المتتالية هما (1 – 1).

من أول تلك النقطة، تعالوا نجمع العددين السابقين ونضع الناتج في العدد التالي، وهكذا.

إذا (1+1 = 2)

إذًا العدد الجديد في المتوالية العددية هو 2.

(2 – 1 – 1)

جميل..

تعالوا نجمع العددين السابقين ونستنتج العدد الجديد..

(2 + 1 = 3)

إذا العدد هو 3

(3 – 2 – 1 – 1)

هيا نكمل..

(3 + 2 = 5)

إذًا العدد هو 5..

(5 – 3 – 2 – 1 – 1)

وبالتالي تصبح المتوالية العددية هي (1 – 1 – 2 – 3 – 5 – 8 – 13 – 21 – 34...) وهكذا..



تلك المتوالية العددية الغريبة هي شيء غامض وغير مفهوم يمس كل شيء في حياتنا اليومية والطبيعية والكونية والفيزيائية..

بداية من وسائل قياس الجمال البشري الطبيعي، وحتى سوق البورصة نفسه..

شيء غريب وغير طبيعي، بل -والأدهى- غير مفهوم ولا يمكن إثباته!

وبالرغم من ذلك.. الغريب في الموضوع هو أن الطبيعة نفسها يبدو عليها أنها تفضل أرقام فيبوناتشي تلك!

مثلًا، أرقام فيبوناتشي لها علاقة كبيرة وواسعة وغير مفسرة بعلم النباتات.. على سبيل المثال، لو لاحظت شكل مخروطة نبات الصنوبر، ستجد فيها حلزونات في اتجاه معين، لو جمعتها سينتج عنها -لابد- رقم فيبوناتشي.. مثلا 13.

ولو جمعتها في الاتجاه المعاكس ستعطيك رقم فيبوناتشي آخر.. شيء عجيب أليس كذلك؟؟

إذًا، هل النباتات تعرف الرياضيات؟؟ ذلك سؤال محير..

بعد تفكير طويل الإجابة هي: كلا، النباتات لا تفهم ولا تعرف الرياضيات..

ولكن من خلقها هو من يعرفها.. ويفهمها.. النباتات نفسها في بيولوجياتها الطبيعية تخلق شيئًا يشبه الميكانيزم Mechanism.. لا يمكن استيعابها، ولكن يمكننا اعتبارها ماكينة Machine أو ميكانيزم يخلق متوالية فيبوناتشي!

لكن كيف؟؟ ولماذا؟؟



ما علاقة تلك المتوالية الرياضية بالطبيعة؟؟ ولماذا تلك الأعداد بالذات؟؟ لماذا ليست أعدادًا أخرى؟؟ لماذا مثلا 13 وليس 12؟؟ ما الفرق؟؟

لن نفهم، ولا يمكن أن نفهم في يوم؛ لأن الأمر كله أكبر من قدرتنا على الفهم والاستيعاب..

وذلك ليس كل شيء.. ما زالت هناك ألغاز كثير جدًا جدًا في علوم الرياضيات، ليست أعداد فيبوناتشي أغربها..

ΙΕΑΔΦ



-2-

(بـــا ي Pai)

دائمًا.. هناك علاقة غامضة، غير مفسرة وعميقة، بين العالم الفيزيائي الذي نراه في كل مكان حولنا على مرمى البصر، وبين الرياضيات..

دائمًا هناك نوع من التماثل أو الأنماط في كل شيء..

والشيء الذي لا نجد فيه تماثل وأنماط، لابد أن نجد فيه علاقة أو معادلة رياضية غريبة تجعل أدمغتنا تدور..

ومن تلك الأشياء، شيء عجيب يعتبر واحد من أشهر المواضيع في علوم الرياضيات وهندسة المساحات والفيزياء..

شيء يسمي (باي Pai) (π) أو (ط).

IEAΔΦ

قبل أن نتكلم عن البداية، تعالوا أولًا لأشرح لكم ما معنى (باي) تلك..

هل جرب أحدكم أن يحسب مساحة دائرة من قبل؟؟ هل استطاع أن يوجدها بدقة؟؟

الإجابة هي لا؛ لأن ذلك مستحيل.. الناتج الوحيد الذي يمكن أن نصل له هو عدد تقريبي فقط، وذلك بسبب ما نطلق عليه اسم (ط) أو (باي Pai).

ما هي مساحة الدائرة؟؟

طxمربع قطر الدائرة..



جميل..

ما هي (ط)؟؟

(ط) أو (باي Pai) تعني النسبة بين محيط الدائرة وقطرها.. بمعنى أوضح، محيط الدائرة يساوي (3.14159) قطرها.. ذلك الرقم هو الرقم التقريبي لـ(ط) أو (باي Pai).

(باي) أيضًا يُرمز ليها بحرف (باي) الإغريقي (π)، والشيء المؤكد هو أن (باي) هذا عدد خارق للطبيعة.

لماذا؟؟

لأنه عدد حقيقي وليس له كسر اعتيادي، بمعنى أنه من غير الممكن كتابته على شكل كسر (بسط/مقام).. بمعنى آخر: لا يوجد عددان صحيحان يمكن قسمتهما على بعضيهما وتنتج عنهما نسبة صحيحة لـ(ط).

ركزوا معي..

(باي) أيضًا عدد غير جبري.. أو ما يطلق عليه (عدد متسام).. بمعنى أن أرقامه لانهائية! لا حدود له.. رقم لانهائي ولا يمكن حصره.. والأدهى هو أن حدوده تلك لا تشكل متوالية أو نمط.. بل هي عشوائية تمامًا ولا تتكرر أبدًا.

شيء صعب على الاستيعاب، ويزداد صعوبة عندما نقول أنه عدد غير جذري أيضًا، بمعنى أنه لا يمكن أن ينتج عنه ما يساوي نسبة عددين صحيحين.

كيف؟؟ ما هو سر الغموض المحيط بذلك الرقم أو تلك النسبة؟؟

حتى نفهم كل ذلك، لابد أن نعود لنقطة البداية كما اعتدنا..



اعتدنا أن نبدأ كلامنا دومًا ببداية النظرية، أو بداية اللغز، كل هذا جميل..

لكن في هذه المرة سنضطر لتغيير أسلوبنا.. لماذا؟؟

ذلك لأنه لا بداية هنالك! أو على الأقل لا أحد يعرف متى كانت!

غير معلوم لنا إطلاقًا متى اكتشف الإنسان أن النسبة بين محيط الدائرة وقطرها هي نسبة ثابتة، ولكن الشيء الأكيد هو أن تلك الحقيقة تم اكتشافها منذ زمن بعيد للغاية..

الحضارات القديمة للغاية مثل الحضارة البابلية مثلًا، والمصرية الفرعونية القديمة، كانت تتعامل بنسب مقربة لـ(ط أو باي).. مثلًا البابليون استعملوا النسبة التقريبية 8/25، والتي ناتجها يعطي تقريبًا 3.125.

المصريون القدماء استعملوا النسبة 81/256، والتي ناتجها يساوي تقريبًا (3.16049383)، وهي نسبة قريبة جدًا من نسبة (باي) الصحيحة.

الحقيقة أن نسبة (باي أو ط) المستعملة في يومنا هذا مكتشفها هو العالم اليوناني العبقري (أرشميدس Archimedes) صاحب قوانين الطفو الفيزيائية الشهيرة.. وهي -النسبة- محصورة بين قيمة العددين (7/22) و(73/221).

وبعد؟؟ ما مشكلة (ط أو باي) تلك؟؟ وما الألغاز الناتجة عنها؟؟

هناك لغز مشهور جدًا اسمه لغز (تربيع الدائرة).. دعوني أبسطه لكم إلى أقصى مدى.



(لغز تربيع الدائرة) أو (مسألة تربيع الدائرة) هو تحد إغريقي قديم للغاية.. تلك المسألة تتحدى علماء الرياضيات في إنشاء مربع مساحته تساوي مساحة دائرة معطاة.

يبدو الأمر سهلًا، لكن -صدقوني- الأمر مستحيل تمامًا.. وتم برهنة الاستحالة العلمية لهذا الإنشاء سنة 1882، وذلك بسبب عدد (ط أو باي)!

لماذا؟؟

قد قلنا من قبل أن مساحة الدائرة تساوي (طxمربع قطر الدائرة).. جميل..

نحن على نقدر على إيجاد (ط) بشكل دقيق في الأساس.. كل ما نملكه هو نسبه تقريبية تذكرك -لابد- بالاحتمالات اللانهائية ومبدأ عدم التأكد (Uncertainty Principle) في ميكانيكا الكم Quantum Mechanics.

كيف -ونحن أصلًا لا نملك قيمة (ط) الحقيقية- يمكننا إيجاد مساحة الدائرة، وعمل مربع لها من نفس مساحتها!؟؟

بناءً على كوننا لا نملك قيمة (ط)، لن نستطيع أبدًا إيجاد عدد يساوي (ط) لنضربه في مربع قطر الدائرة، وبالتالي لن نقدر أبدا على إيجاد مساحة الدائرة بشكل دقيق، وبالتالي لا يمكننا إيجاد مربع ودائرة متساويي المساحة!

هل تفهمون لماذا يستحيل الأمر؟؟

هناك حقيقة مدهشة لابد أن تعرفوها عن الرقم (باي)، وهي أن أرقامه لانهائية، ولا تتكرر إطلاقًا بشكل منتظم.. في سنة 2013 تم حساب عدد أرقامه باستخدام أحدث التكنولوجيات التي توصل إليها



الإنسان، ووصلنا إلى عدد أرقام يساوي 12.1 تريليون رقم!! هل تتخيلون؟؟

$x12.1\ 10^{12}$!! رقم مستحيل التخيل أساسًا ولا يمكن كتابته!

ولكن، علي الرغم من كل ذلك، يبدو أن لغز (ط أو باي) أكبر وأعمق من ذلك بكثير.

ΙΕΑΔΦ

(باي) في الواقع تظهر في ظواهر طبيعية وأنماط كثيرة جدًا لا يمكن حصرها، وبالتأكيد ليست لها أي علاقة بالدوائر والأقطار إطلاقًا.

كيف؟؟

تعالو أخبركم بشيء مدهش للغاية، وبإمكانكم تجربته بنفسكم.. شيء له علاقة بنظريات الاحتمالات (Probability Theories) على وجه الخصوص..

تخيل -مثلًا- أن أمامك ورقة.. تلك الورقة تحوي خطوطًا متوازية مثل هذه:

____
____
____
____
____
____

هل أنت معي؟؟



جميل.. قم بإحضار دبوس مثلًا أو عود ثقاب أو أي شيء صغير له نفس الشكل، وركز معي..

فلنفترض -لمجرد الافتراض- أن طول عود الثقاب هذا هو نفس المسافة التي بين أي خطين متوازيين في الورقة..

جميل جدًا.. الآن ارفع عود الثقاب هذا، وقم بإلقائه فوق الورقة..

ما الذي يحدث؟؟

ما يحدث هو شيء عشوائي للغاية بالطبع؛ في بعض الأحيان عود الثقاب يسقط على الورقة في وضع تقاطع مع واحد من الخطوط، بمعنى أنه يقطع الخط..

وفي بعض الأحيان الأخرى، يسقط بين الخطوط بالضبط في أي وضع.. لكن الخلاصة هي أنه لن يلمس الخطوط التي في الورقة إطلاقًا.. صحيح؟؟

لو كنت تجرب الأمر الآن، فأنت بالتأكيد تفهم ما أقصده..

جميل جدًا.. فلنكرر الأمر مرات عديدة، ونحسب ونسجل النتائج..

الذي سيتضح لك بعد فترة من الحسابات وتسجيل النتائج هو أن احتمال سقوط عود الثقاب على الورقة بحيث أنه يقطع واحد من الخطوط التي عليها، هو بالضبط (2/ط)!! لو حسبت الاحتمال بالآلة الحاسبة سيكون الناتج بالضبط 64%!!

إذن معنى ذلك أننا -عمليا- يمكن أن نستمر في رمي عود الثقاب على الورقة ونسجل النتائج لملايين المرات، ونحسب كل تلك النتائج، وبعدها نجمعها ونلاحظ النسبة الموجودة بين احتمال قطع عود الثقاب لواحد من الخطوط وعدم قطعه، وبعد كل ذلك، سنجد أن



النسبة هي بالضبط (2/ط).. بمعنى أنه يمكننا حساب (ط) في الواقع، ولكن ذلك سيحتاج منا لمحاولات لانهائية، حتى يمكننا أن نصل لأرقام (ط أو باي) اللانهائية!

هل فهمتم شيئًا؟؟

يعني ذلك أن الاحتمالات لحدوث أي شيء في الدنيا، وربما التنبؤ نفسه بحدوث شيء ما أو عدم حدوثه له علاقة وثيقة بـ (ط أو باي)!

بمعنى أننا لو كنا نمتلك جهاز كمبيوتر عملاق للحد الكافي ليتمكن من حساب كل تلك الاحتمالات والأرقام، فنحن في الواقع نستطيع التنبؤ بالاحتمالات المستقبلية بدقة قبل وقوعها حتى! يعني هذا أن التنبؤ بالاحتمالات -باستخدام (باي)- أصبح ممكن الحدوث..

والمذهل في الموضوع أن الأمر علمي تمامًا، ويمكن إثباته رياضيًا وعمليًا!

والأغرب من كل هذا، أنه برغم أن (ط) في العموم تتعلق بكل ما هو دائري، إلا أنها أيضًا تظهر لنا في أغرب الأماكن والأشياء والمعادلات!

مثلا، نحن نستطيع رؤية (ط أو باي) في المسار المتعرج للأنهار! نحن نعرف أن طول النهر هو في الواقع النسبة بين طول المسار المتعرج الحقيقي للماء إلي المسافة بين بدايته ونهايته.

المثير أن تلك النسبة (الطول/المسافة) هي بالضبط (ط أو باي)!

المحاكاة الرقمية على الكمبيوتر لأي شيء يحوي موجات على سبيل المثال، لابد أن نجد فيها (باي)! مثلًا شكل موجات الضوء أو الصوت علي برامج المحاكاة (Simulation).. بمعنى أنه -بالنسبة للضوء- يمكن لـ(باي) أن تجعلنا قادرين على التنبؤ باللون المفترض ظهوره في



قوس قزح، واللون غير ممكن الظهور.. وبالنسبة للصوت يمكن أن نتنبأ بمساعدة (باي) بصوت البيانو مثلًا!

(باي) تظهر حتى في شكل ثمار التفاح! في الطريقة التي تنمو بها الخلايا وتأخذ ذلك الشكل الدائري المميز لها!

موجودة حتى في بريق انفجارات النجوم أو الـ(سوبر نوفاSupernova)

أحد الكتاب الغربيين قال مثالًا، أنا شخصيًا أعتبره عبقريًا للغاية.

قال أن الأمر كأنك تقف على قمة جبل، وترى ضبابًا أمامك يغطي على كل شيء، ومن قلب ذلك الضباب تظهر لك قمم جبال أخرى لانهائية، على كل واحدة فيها علامة (ط أو باي) واضحة أمامك.. تخيل ذلك على عالمنا وواقعنا Reality كله.

نحن نعرف أن كل تلك الألغاز والأرقام مرتبطة ببعضها، ولها علاقة وثيقة ببعضها وبعالمنا وواقعنا الفيزيائي كله، ولكنه من المستحيل أن نفهم كيف؛ ذلك لأننا بشر.. كائنات دنيا ذات عقل قاصر..

عقل يعجز عن استيعاب محيط كامل من الغموض يحيط بتلك المنظومة الكونية فائقة الدقة..

(علوم الرياضيات)..

هل حقًا نعتقد أن الرياضيات هي في عقولنا فقط؟؟

هل نحن نخترعها فعلًا؟؟ هل من الممكن أن يبتكر الإنسان القاصر شيئًا بعظمة ودقة الرياضيات؟؟ أم أننا في الواقع نكتشفها ونظن أننا نخترعها؟؟

رغمًا عنا، لا تتوقف عقولنا لحظة عن التفكير في معنى كل هذا..



كحال البشر دومًا.. يقودنا التفكير إلى البحث.. ومحاولة الاستيعاب..

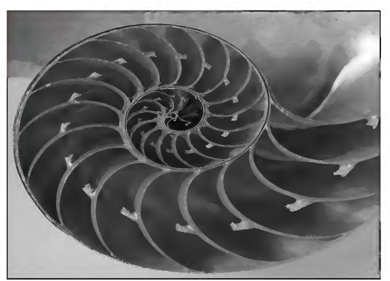
كطفل يحبو أولى خطواته نحو العلم.. والمعرفة..

هل نحن نعيش داخل نظام رقمي إلهي موحد ومتكامل بشكل تعجز عقولنا عن استيعابه وإدراكه؟؟ أم أن كل هذا لا يتعدى كونه محض صدفة لا أكثر؟؟

هذا هو السؤال..

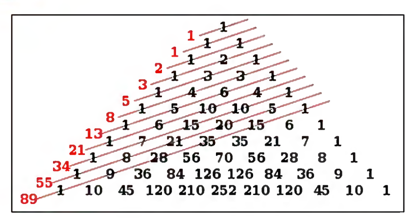
وذلك هو اللغز..

ΙΕΑΔΦ

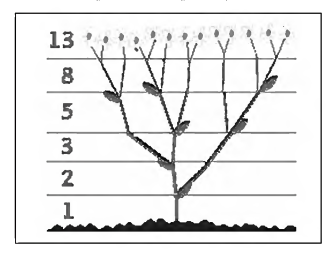


(صدفة النوتيليوس التي يتطابق شكلها مع شكل المجرات)





(رسم توضيحي لأعداد فيبوناتشي)



(أعداد فيبوناتشي في الطبيعة)



خاتمة لابد منها

من أين جئنا؟؟

من أين جاء كوننا؟؟

من أين جاء عالمنا؟؟

من أين جاء من جاء بنا؟؟

هل تعرف تلك اللحظات التي تتفكر بها في ماهية الكون وخالقه وتكون على شفا الكفر والإلحاد؟؟

لكل شيء بداية ونهاية.. لكل مكان قواعد فيزيائية تكفي لاستيعابه.. لكل فترة زمنية قوانين خاصة بها..

لو كان ذلك صحيحًا، إذًا فماذا كان هناك قبل بداية الكون والزمن؟؟

ما هي ماهية الخالق؟؟ ما هو الخلق؟؟ ما هو ذلك الكيان الأعظم الذي خلق كونًا بأكمله من لا شيء، ومن أين وجد؟؟

كل ما نعرفه، علمياً ودينياً وبكل التكنولوجيا المعاصرة التي توصلنا إليها، ما زال لا يكفي لإجابة أي من تلك الأسئلة..

الإلحاد.. تلك الظاهرة التي أصبحت نوعًا جديدًا من الموضة يتماشى مع رغبه الشباب في إظهار ذكائهم وتميزهم عن الآخرين..

لكن هل هم أذكياء حقًا؟؟

هل من الذكاء أن تنكر وجود خالق للكون لأنك ببساطة لا تقدر على استيعاب وجود ذلك الكيان الخارق للطبيعة والذي لا يمكن تفسيره بقواعدك الفيزيائية أو العقلية البشرية القاصرة؟؟

العالم الكبير (ستيفن هوكينج) يقول بأن قوانين الفيزياء تثبت بأن



الكون لا يحتاج لوجود خالق؛ فالحالة التي كان عليها الكون قبل الخلق لابد وأن تسمح بحدوث خلل يؤدي إلى حدوث الانفجار الكبير وميلاد الكون..

لكن هل ذلك صحيح حقًا؟؟ هل ميلاد الكون هو مجرد خلل لا دخل لخالق فيه؟؟

ولو كان ذلك صحيحًا، إذن فما الذي أدى لحدوث ذلك الخلل؟؟ ومن أين جاءت المادة؟؟

من الطاقة؟؟ إذا من أين جاءت الطاقة؟؟

هكذا وببساطة يقودك التفكير مجددًا إلى الحلقة المفرغة التي لابد منها، وتكتشف في النهاية أنه لا أحد من هؤلاء يفقه شيئًا؛ فالحقيقة أعقد من ذلك بكثير..

حقيقة أن شيئًا على هذا الكوكب، وفي ذلك الكون الواسع، لم يخلق عبثًا..

الأدلة موجودة في كل مكان، لكن العقول هي التي تأبى التصديق..

تلك هي الحقيقة المؤسية.. قبولها نضج وذكاء، ورفضها حماقة وضيق أفق..

لكن هؤلاء يفضلون الحماقة عن النضج..

يفضلون التسليم بقوانين الاحتمالات، والصدفة، وينسون أن تواجدهم في هذه الحياة لا يمكن أن يكون صدفة أبدًا..

وأن الله، أبدًا، لا يلعب النرد..

محمود علام

IEAΔΦ







المصادر

- البدايات (Origins) - (نيل ديجراس تايسون، دونالد جولد سميث).
- الكون الأنيق (The Elegant Universe) - (برايان جرين).
- موجز تاريخ الزمن (A Brief History of Time) - (ستيفن هوكينج).
- التصميم العظيم (The Grand Design) - (ستيفن هوكينج).
- الكون في قشرة جوز (The Universe in a Nutshell) - (ستيفن هوكينج).
- الثقوب السوداء والأكوان الرضيعة (Black Holes and Baby Universes) - (ستيفن هوكينج).



- من الأبدية إلى هنا (From Eternity To Here: The Quest For The Ultimate Theory of Time) - (شون كارول) عالم الفيزياء النظرية بوكالة Caltech الأمريكية.

- تطور الفيزياء: من الافتراضات الأولية للنسبية والكوانتا (The Evolution of Physics: From Early Concepts to Relativity and Quanta) - (ألبرت أينشتاين).

- فيزياء التحطم: داخل التجربة الأكبر في العالم (Smashing Physics: Inside The World's Biggest Experiment) - (جون باتروورث).

- النظرية التامة: قرن من العبقريات والصراع حول النظرية النسبية (The Perfect Theory: a Century of Geniuses and The Battle Over General Relativity) - (بيدرو جـ فيريرا).

- أينشتاين والكم (Einstein and The Quantum: The Quest of The Valiant Swabian) - تم نشره بواسطة قسم الفيزياء التطبيقية بجامعة برنستون الأمريكية، وكاتبه (دوجلاس ستون).



- سلسلة الأفلام الوثائقية (كيف يعمل الكون How The Universe Works) - إنتاج قناة ديسكفري Discovery.

- سلسلة الأفلام الوثائقية (الكون Cosmos) - تقديم (نيل ديجراس تايسون) وإنتاج شركة (Cosmos Studios)، وتم عرضه على قناة فوكس الأمريكية، وناشيونال جيوجرافيك.

- سلسلة الأفلام الوثائقية (عبر الثقب الدودي Through The Worm Hole) تقديم الممثل مورجان فريمان، وتم عرضها على شبكة Science Network.

- سلسلة الأفلام الوثائقية (لغز الرياضيات العظيم The Great Math Mystery) التي تم عرضها على شبكة PBS Nova.

- بعض مقالات شبكة الويكيبيديا Wikipedia تم الاستعانة بها في تحديد بعض التواريخ Dates.

- موقع (Physics World) على شبكة الإنترنت.

IEAΔΦ





الله لا يرمي النرد

كلما تفكرت في تلك الكلمة اكتشفت أنها عبقرية بشكل غير عادى ..
عبقرية لدرجة أنها تصلح للرد على أي سؤال لا تجد له إجابة .. أي سؤال في أي
زمن ، و في أي مكان .. فأحيانا ، كثرة الأسئلة التي لا تجد لها إجابة في عقلك
يمكنها أن تقودك للإلحاد لو كنت ضعيف النفس أو لا تملك الإيمان الكافي .. و
هذا ما كاد أن يحدث معي شخصياً ..

الله لا يرمي النرد ، و بالمثل ، لا شيء في الكون خلق عبثا .. ليس معنى أننا لا نفهم
الغرض من وجود الكون و كيفية خلقه أن الكون مخلوق عبثا .. كلا بالطبع
.. عقولنا دوما قاصرة عن فهم كيفية تفكير الإله ، و لماذا خلق كل شيء .. لماذا
خلق البشر و الكون .. تلك هي القضية العبثية .. كلما زاد العلم ، كلما زادت
الأسئلة و اكتشفت في قرارة نفسك أنه لا جواب هنالك .. كل ما يمكنك فعله
هو التأمل ، و التفكير و محاولة الاستيعاب .. الأدلة موجودة في كل مكان ،
لكن العقول هي التي تأبى التصديق ..

تلك هي الحقيقة المؤسية .. قبولها نضج و ذكاء ، و رفضها حماقة و ضيق أفق .. و
لكن هؤلاء يفضلون أن يكونوا حمقى على أن يكونوا بشرا ضعفاء ..
يفضلون التسليم بقوانين الاحتمالات ، و الصدفة ، و ينسون أن تواجدهم في هذه
الحياة لا يمكن أن يكون صدفة أبدا ..
و أن الله ، أبداً ، لا يلعب النرد ..

